

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA, UNIDAD AZCAPOTZALCO
DIVISIÓN DE CIENCIAS Y ARTES PARA EL DISEÑO
Programa de Especialización, Maestría y Doctorado en Diseño

PROTOCOLO PARA LA APREHENSIÓN FOTOGRÁFICA DE MURALES PATRIMONIALES

Ricardo Alvarado Tapia

Tesis para optar por el grado de Maestro en Diseño
Línea de investigación: Nuevas Tecnologías

Miembros del Jurado:

Dr. Luciano Segurajáuregui Álvarez
Director de tesis

Dr. José Ignacio Aceves Jiménez
Dra. Rosa Elena Álvarez Martínez
Dr. Pedro Ángeles Jiménez
Mtra. María Teresa Martínez Herrera

México D.F. abril de 2013

Quiero dedicar este trabajo al proyecto “La pintura mural prehispánica en México”

A mis padres, mis hermanos y mis amigos.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco por haberme brindado la oportunidad de estudiar en su programa de posgrado en Diseño, a quienes han formado parte de su planta académica y que generosamente compartieron su conocimiento, a las autoridades que decidieron apoyar mi proyecto de investigación, en especial al Mtro. Luis Carlos Herrera, al Dr. Elías Antonio Huamán y al Dr. Miguel Ángel Herrera.

Nuevamente al Mtro. Luis Carlos Herrera por haber encauzado esta investigación en su origen. A la Mtra. Ana Carolina Robles y al Dr. Gabriel Salazar por la lectura del trabajo y por sus consejos para la organización de la investigación.

En especial al Dr. Luciano Segurajauregui, director de este proyecto, por su paciencia, su tiempo, animo, consejos y a quien en gran parte le debo los buenos resultados que pudiera tener el trabajo.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por su infinita generosidad.

Gran parte de la información vertida en este trabajo de investigación, ha sido posible gracias al apoyo que recibí durante mi participación en el proyecto La pintura mural prehispánica en México del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, agradezco el tiempo que se me otorgó, los recursos, el equipo, el conocimiento que los integrantes del proyecto compartieron conmigo, la experiencia que obtuve, pero sobre todo los grandes momentos y la confianza que me brindaron, sin la cual muchos de los experimentos cuyos resultados están en esta tesis no hubieran sido posibles. En especial a la Dra. Beatriz de la Fuente de quien recibí apoyo incondicional y la confianza necesaria para la experimentación y el aprendizaje. A la Dra. María Teresa Uriarte por haberme permitido continuar con mi desarrollo profesional, confiar en mi trabajo y otorgarme amplias facilidades para hacerlo.

Mi gratitud a Leticia Staines por las enseñanzas, el apoyo, la confianza, los consejos, la tolerancia y todo lo que una gran amiga puede dar.

A Laura Piñeirua y Denise Fallena por su confianza, apertura y por el apoyo al insipiente “fotógrafo”.

A Columba Sanchez, quien desde la Coordinación del Archivo Fotográfico Manuel Tous-saint” me hapoyo para la realización del proyecto

A mis colegas y compañeros en especial a Teresa del Rocío González, María de Jesús Chávez y Patricia Peña de quienes he aprendido, me han apoyado, me han aguantado y me permitieron publicar algunas de las ideas que hemos discutido en varias sesiones de trabajo y que ahora forman parte de esta trabajo.

A mis ahora amigos del proyecto La pintura mural prehispánica en México: Jesús Galindo, Gerardo Ramírez, Maria Elena Ruiz, Sonia Lombardo, Daniel Flores, Diana Magaloni, Bernardo Fahmel, Lourdes Navarijo, Tatiana Falcón, Genevive Lucet, Rubén Cabrera, Jorge Angulo, Arturo Pascual, Alfonso Arellano, Susana Díaz, Dionisio Rodriguez, Eduardo Cerezo y Francisco Villaseñor.

A quienes desde ahora me atreveré a llamar colegas y que fueron mis maestros y me enseñaron el mágico camino de la aprehensión de imágenes: Alejandro Alvarado, Pedro Ángeles, Ernesto Peñaloza, Eumelia Hernández, Javier Hinojosa y Cesar Flores.

Al proyecto “El pincel del tlacuilo en el imaginario agustino: banco de imágenes de pintura mural de conjuntos conventuales agustinos en el estado de Hidalgo”

Nuevamente a Leticia Staines, Eumelia Hernández, Patricia Peña y a Mariana Planck, Gabriela Alvarado, Giselle Balcazar y Mercedes Flores por la lectura de este trabajo.

A mi amigo Juan Carlos Villavicencio quien entusiastamente me apoyo en el experimeto de sistemas de iluminación de 2011. Y a Teresa del Rocio González y Patricia Peña por las pruebas realizadas en 2008, a Peña también se le deben algunas de las ilustraciones del trabajo.

Agradezco a quienes amablemente se tomaron el tiempo para leer y criticar mi trabajo:

Dra. Rosa Elena Álvarez, por su paciencia, atenciones, sus enseñanzas en la clase de metodología para la investigación y por su interés en éste proyecto.

Mtra. Teresa Martínez, por su tiempo y por sus consejos en el tema del patrimonio.

Dr. Ignacio Aceves, su amabilidad al leer cuidadosamente el trabajo y darme sus atinados comentarios.

Dr. Pedro Ángeles, por su generosidad al compartir su conocimiento e ideas, además del apoyo que me a brindado en mi desarrollo en el área de las imágenes, sus observaciones, consejos y paciencia.

A mis amigos por aguantar el monotema, por su comprensión y por sus animos.

A mi familia por el tiempo que ocupe en este trabajo, por sus animos y por ser parte de mi vida.

La iniciativa humana está atrapada en una tensión eterna entre la eficacia de pequeños grupos que actúan con independencia y el imperativo de integración en la gran comunidad.

Tim Berners-Lee

Comprender y evaluar realísticamente la posición y las razones del adversario (y a veces es adversario todo el pensamiento pasado) significa precisamente haberse liberado de la prisión de las ideologías..., o sea, ponerse en un punto de vista "crítico", el único fecundo en la investigación científica.

Antonio Gramsci

RESUMEN

Por su importancia social, artística y por ser una inagotable fuente de información, las obras murales de la época prehispánica, colonial y moderna en México, son consideradas patrimonio. Desafortunadamente se están deteriorando debido al paso del tiempo y a la acción del propio hombre, por lo que es necesario tener un inventario para conocer lo que se tiene y sus características, como un primer paso en la conservación, defensa e investigación del patrimonio. La fotografía que ha servido como instrumento de registro visual, ha cambiado respecto a la manera de producir las imágenes, es importante informarse y analizar la nueva tecnología digital con el propósito de obtener el mejor provecho de las herramientas, y que a través de un método que contemple la planeación, el conocimiento del equipo, la elección de los parámetros de captura y un sistema de iluminación adecuado, se puedan aprehender imágenes de calidad que sirvan de registro del patrimonio para la investigación, estudio y difusión del patrimonio mural mexicano.

Esta investigación parte de la experiencia de las instituciones encargadas del inventario del patrimonio, de fotógrafos independientes que han realizado esta labor y de las necesidades de la investigación principalmente del proyecto “la pintura mural prehispánica en México” del Instituto de Investigaciones Estéticas de la Universidad Nacional Autónoma de México, y solo abarcará al procedimiento de aprehensión de imágenes y no lo referente a su administración.

En el desarrollo del documento se expone de manera general la importancia del patrimonio y su significado para la sociedad, las características generales de los murales en la época prehispánica, colonial y moderna y los esfuerzos para su registro en México. Con

el fin de entender el momento histórico de la fotografía como herramienta de registro, se analiza su definición y las particularidades de la tecnología analógica y digital se comparan y justiprecian a cada una de ellas. De igual modo se mencionan las cualidades que debe tener el equipo fotográfico y de iluminación para obtener óptimas reproducciones y con base en la información anterior se propone una serie de recomendaciones de orden para la óptima aprehensión de murales patrimoniales.

Los resultados son de orden teórico respecto al análisis de la situación actual de la fotografía y su definición; documental al reunir, comparar la información tanto de la tecnología analógica como de la digital; tecnológico al conocer y analizar las características de los equipos fotográficos necesarios para la aprehensión de obras murales; experimental, al caracterizar los tres tipos de iluminación más utilizados en fotografía; de diseño y construcción de un sistema de aprehensión fotográfica ortogonal de obras murales; así como una propuesta de protocolo para la aprehensión de imágenes del patrimonio con fines de registro, investigación y difusión y la primera versión de un manual de documentación fotográfica para obras murales a partir de la norma IPTC.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	1
Antecedentes	2
Planteamiento y delimitación del tema	4
Objetivo general	4
Hipótesis general	4
Motivación para elaborar la investigación	5
Procedimiento	5
Desarrollo del documento	6
Resultados	7
Aportaciones al diseño y a la fotografía	9
Marco teórico.....	11
Estado del arte.....	11
Marco conceptual	12
Marco metodológico.....	13
Objetivos	13
Hipótesis	13
Preguntas de Investigación.....	14
Procedimiento metodológico	14
Consideraciones	15
 CAPÍTULO 1. EL PATRIMONIO Y LA PINTURA MURAL EN MÉXICO.....	 17
1.1 Definición de patrimonio.....	18
El patrimonio natural	19
El patrimonio cultural	19
1.2 La protección del patrimonio cultural	23
1.3 Tres etapas del patrimonio mural en México, su inventario y estudio	24
La pintura mural prehispánica	26
La pintura mural conventual en la época novohispana	31
El movimiento muralista del siglo XX, producto de la revolución mexicana	35
1.4 La digitalización del patrimonio	40
Sumario.....	41
 CAPÍTULO 2. PARADIGMAS FOTOGRÁFICOS: ANALÓGICO VS DIGITAL.....	 43
2.1 Revisión del concepto de fotografía.....	45
2.1.1 Propuesta para una nueva definición de “fotografía”	51
2.2 La fotografía analógica.....	52
2.3 La fotografía digital.....	53
2.4 Convergencias y divergencias entre la fotografía analógica y la digital	54
2.5 Cambio de paradigma: crisis y desarrollo	56
Sumario.....	57

CAPÍTULO 3. EQUIPO FOTOGRÁFICO PARA LA ÓPTIMA APREHENSIÓN

DE MURALES PATRIMONIALES	59
3.1 Cámaras y respaldos digitales	61
3.1.1 Tipos de sensores	62
Dispositivo acoplado de carga (Charge Coupled Device, CCD)	62
Semiconductor de óxido-metal complementario (Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS)	64
Foveon	64
Sensor de barrido	65
3.1.2 Ajustes principales.....	65
Sensibilidad ISO del sensor.....	65
Espacio de color	66
Profundidad de color	66
Formatos de archivo de imagen	67
3.1.3 Características recomendables en una cámara o respaldo digital	68
3.2 Objetivos fotográficos	69
3.2.1 Tipos de objetivos según su distancia focal	69
Angulares	72
Normales.....	72
Telefotos.....	72
¿Objetivos de focal fija o zoom?	73
Objetivos digitales.....	73
3.2.2 Aberraciones ópticas	74
Aberración cromática.....	74
Aberración esférica.....	74
Astigmatismo	75
Coma.....	75
Curvatura de campo	75
3.2.3 Distorsiones geométricas	76
3.2.4 Características recomendables en los objetivos fotográficos	76
3.3 Filtros	77
Filtros de conversión y equilibrio de color	77
Filtros ultravioleta y <i>skylight</i>	79
Filtro polarizador	80
3.4 Tarjetas de color y de grises	80
Gris 18%	81
ColorChecker Classic	81
ColorChecker SG.....	81
ColorChecker Passport	81
Kodak Q13 (pequeña) y Q14 (grande)	82
3.5 Tripés y cabezales.....	83
3.6 Reproducción fotográfica en secuencia de obras de gran formato.....	83

3.6.1 Cabezal robótico	84
3.6.2 Reproducción ortogonal de murales	85
Sistema posicionador de cámara para el registro fotográfico de la pintura mural de Bonampak...	86
Sistema de desplazamiento ortogonal para la aprehensión fotográfica	88
3.6.3 Características que debe cumplir un sistema de reproducción fotográfica ortogonal.....	92
3.7 Equipo adicional	92
Pilas	92
Equipo de limpieza.....	93
Varios	93
Sumario.....	93

CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN 96

4.1 La visión y la luz.....	97
4.2 Características cualitativas y cuantitativas de la luz.....	99
4.2.1 Fotometría	99
4.2.2 Distribución de la luz visible en el espectro electromagnético	101
Iluminantes.....	101
4.2.3 Temperatura de color	102
Temperatura de color correlativa	104
4.2.4 Índice de reproducción cromática	104
4.3 Daños causados por la luz.....	105
4.4 Tipos de iluminación	107
4.4.1 Luz de día	108
4.4.2 Luz de destello	108
4.4.3 Luz incandescente.....	109
4.4.4 Luz fluorescente	109
4.5 Experimento para la caracterización y comparación de sistemas de iluminación de luz incandescente, fluorescente y de destello	111
4.5.1 Objetivos	111
4.5.2 Personal	111
4.5.3 Equipo	112
Sistemas de iluminación	112
Fotómetros	113
Equipo de cómputo	113
Accesorios	113
Otros	113
4.5.4 Unidades de medición	114
4.5.5 Condiciones de experimentación.....	114

4.5.6 Variables independientes	116
4.5.7 Unidades experimentales	117
Bloques de unidades experimentales	117
4.5.8 Variables dependientes	118
4.5.9 Margen de error	118
Factores de ruido	118
4.5.10 Experimento	119
Luz incandescente	119
Luz fluorescente	119
Luz de destello	119
4.5.11 Réplicas	120
Luz incandescente	121
Luz fluorescente	121
Luz de destello	121
Luz de destello con accesorios con 50 Ws de potencia	122
Luz de destello con accesorios con 400 Ws de potencia	122
4.5.12 Nota aclaratoria	123
4.5.13 Resultados	123
Luz incandescente	124
Luz fluorescente	127
Luz de destello	129
4.5.14 Conclusiones generales del experimento	135
Sumario	138

CAPÍTULO 5. PROTOCOLO PARA LA APREHENSIÓN FOTOGRÁFICA DE MURALES PATRIMONIALES

5.1 Planeación	143
Objetivos	143
Reconocimiento del contexto	143
Calendarización	144
Reunión con el personal	144
Procedimientos administrativos y logística	145
Precauciones generales	145
5.2 Recursos humanos	147
5.3 Equipo fotográfico y de iluminación	149
5.4 Procedimiento de registro	149
5.4.1 Área de trabajo	150
5.4.2 Sistema cámara - objetivo	150
Encuadre	151
Enfoque	152
5.4.2.1 Parámetros en el software de la cámara	152

Nombre de los archivos	153
Formato de imagen	154
Tamaño de imagen	154
Balance de blancos	156
“Optimización” de la imagen	158
5.4.2.2 La exposición.....	158
Valor ISO.....	159
Apertura del diafragma y velocidad del obturador	159
Filtros	161
Fotografía de alto rango dinámico	161
5.4.3 Sistema de iluminación	163
Colocación.....	164
Medición	166
Características materiales de las obras	167
Accesorios	169
Parámetros	169
5.4.4 Reproducción de color	170
Tarjetas de color	171
Uso de filtros	172
5.4.5 Imágenes en secuencia.....	173
Cabezal robótico.....	174
Reproducción ortogonal	179
Unión de imágenes	181
5.4.6 El disparo	183
5.4.7 Recomendaciones finales	183
5.5 Edición de archivos	184
5.6 Calidad de imagen	185
5.7 Administración de archivos.....	187
5.7.1 Documentación.....	188
5.7.2 Preservación digital	190
Sumario.....	191
 CONCLUSIONES FINALES	 193
Procedimiento de aprehensión	199
Reflexiones finales.....	202
 BIBLIOGRAFÍA, HEMEROGRAFÍA Y OTRAS FUENTES CONSULTADAS.....	 205
 ANEXO 1.....	 223
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA INTEGRACIÓN DE METADATOS EN	

IMÁGENES DIGITALES DEL PROYECTO LA PINTURA MURAL PREHISPÁNICA EN MÉXICO	224
INFORMACIÓN SOBRE EL CREADOR	225
INFORMACIÓN SOBRE LA IMAGEN.....	227
INFORMACIÓN SOBRE DERECHOS	234
IPTC EXTENSION 1.1	236
Metadatos de objetos artísticos patrimoniales (Artwork Object/Cultural Heritage Metadata)	239
 CURRICULUM VITAE.....	 241
 GLOSARIO	 244

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Introducción

Figura 0.1 La Gioconda, 1503 - 1506, Leonardo da Vinci. Fotografía: Gustave Le Gray, 1950s. Christie's. Fuente: http://www.christies.com/LotFinder/lot_details.aspx?intObjectID=1787643 Página 1.

Figura 0.2 Piedra del Sol en un muro de la Catedral Metropolitana, ca. 1839. Eastman Kodak Company: ex-collection Gabriel Cromer. George Eastman House, Still Photograph Archive. http://www.geh.org/ne/str096/htmlsrc/m197601680144_ful.html#topofimage Página 5.

Figura 0.3 Fotografías del personaje conocido como “el mayita” en Atetelco, Teotihuacan, donde se observan visibles muestras de deterioro por el paso de los años. PPMPM / María Elena Ruiz Gallut, 1994 y PPMPM/ Ricardo Alvarado Tapia, 2007. Página 5.

Capítulo 1. El patrimonio cultural

Figura 1.1 Celebración del “Flora day” en Helston, Inglaterra Fotografía: Benjamin Stone / Victoria and Albert Museum, 1901. A la derecha misma celebración ca. 2010, fuente: <http://hampshirebirds.blogspot.mx/2010/05/cornwall.html#comment-form> Página 19.

Figura 1.2 El violonchelista Vedran Smailovic en la parcialmente destruida Biblioteca Nacional en Sarajevo, ex Yugoslavia. Fotografía: Mikhail Evstafiev, 1992. Página 21.

Figura 1.3 Saqueo de militares estadounidenses en el Museo Nacional de Irak durante la invasión en 2003. Fuente: <http://www.paginasarabes.com> Página 22.

Figura 1.4 Entre 1964 y 1968 fue desmontado y trasladado el Templo de Ramsés II de su emplazamiento original, como consecuencia de las obras realizadas por la construcción de la gran presa de Asuán. Fotografía: Per-Olow Anderson, 1967. Página 22.

Figura 1.5 Vista general del Templo Rojo en la Zona Arqueológica de Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado, 2008. Página 23.

Figura 1.6 Murales pintados en el cubo de la escalera del Ex Convento de San Nicolas Tolentino, Actopan, Hidalgo. Fotografía: Proyecto el pincel del Tlacuilo en el imaginario agustino, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 24.

Figura 1.7 Murales de Diego Rivera en el ábside de la Capilla Riveriana, Universidad Autónoma de Chapingo. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2005. Página 26.

Figura 1.8 De izquierda a derecha, muro oriente, sur, poniente y norte del cuarto I de Bonampak, Chiapas. Fotografías: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ernesto Peñaloza, edición digital: Ricardo Alvarado Tapia, 1997. Página 28.

Figura 1.9 Javier Hinojosa y Cesar Flores fotografiando los murales de Calakmul, Campeche. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2000. Página 29.

Figura 1.10 Pedro Ángeles y Ernesto Peñaloza en la tumba 105 de Monte Alban, Oaxaca. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 1999. Página 29.

Figura 1.11 Eumelia Hernández fotografiando los murales de Diego Rivera en el Palacio de Cortés, Cuernavaca, Morelos. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2010. Página 30.

Figura 1.12 El arqueólogo William Saturno digitalizando con scanner de cama plana los murales mayas de San Bartolo en Guatemala. Fotografía: Kennet Garreth / National Geographic, 2002. Página 31.

Capítulo 2. Paradigmas fotográficos: analógico vs digital

Figura 2.1 Charles Pierre Baudelaire, (1821 - 1867). Poeta y crítico de arte. Fotografía: Etienne Carjat, ca. 1863. Metropolitan Museum of Art. Página 37.

Figura 2.2 Empaques de película fotográfica Kodak en formatos 35 mm, 120, 4 x 5 y 5 x 7. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 42.

Figura 2.3 Algunas de las tarjetas de memoria más comunes para cámaras fotográficas: HQD, Compact flash, Mini Secure Digital, Secure Digital, XD. Fuente: <http://www.amazon.com> Página 39.

Figura 2.4 Representación de las señales analógica y digital. Ilustración: Jilani, 2010. Página 45

Figura 2.5 Leica analógica M4, 1967. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Nikon digital D800e, 2012. Fuente: <http://www.Nikon.com> Página 46.

Capítulo 3. Equipo fotográfico para la óptima aprehensión de murales patrimoniales

Figura 3.1 Respaldo digital Leaf Aptus - II 12 acoplado a un cuerpo Mamiya, 2012. Fuente: <http://www.Leaf.com> Página 51.

Figura 3.2 Dispositivo acoplado de carga (CCD). Fuente: <http://www.sensorcleaning.com> Página 52.

Figura 3.3 Del lado izquierdo imagen vista a través del mosaico de Bayer, del lado derecho la misma imagen interpolada por medio de algoritmos. Fuente: cambridgeincolour.com Página 53

Figura 3.4 Detalle de tela, del lado derecho tomado con una Nikon D800e sin filtro antialiasing, del lado izquierdo tomado con una Nikon D800 con filtro aliasing. Fuente: Nikon.com Página 53

Figura 3.5 Semiconductor de oxido-metal complementario (CMOS). Fuente: <http://www.sensorcleaning.com> Página 53.

Figura 3.6 Sensor con mascara de bayer que pierde el 75% de las ondas azules y rojas y el 50% de verde. Sensor foveon que captura el 100% de cada una de ellas. Fuente: <http://www.photofan.jp> Página 55.

Figura 3.7 Sensor de barrido BetterLight super 6K-HS. Fuente: <http://www.betterlight.com> Página 55.

Figura 3.8 Comparación de espacios de color. Dibujo: Sophie Wilson. Página 57.

Figura 3.9 Cada pixel de color esta formado por la mezcla de tres grupos de colores (rojo, verde y azul) de 8 bits cada uno para un total de 24 bits de profundidad de color. Fuente: <http://www.webstyleguide.com> Página 57.

Figura 3.10 Objetivo compuesto Nikon 14-24mm f/2.8. Fuente: <http://www.kenrockwell.com/nikon/14-24mm.htm> Página 60

Figura 3.11 De izquierda a derecha: Objetivo gran angular: AF DX Fisheye NIKKOR 10.5 mm $\bar{n}2.8$ G ED; Objetivo normal AF S NIKKOR 50 mm $f1.4$ G; Objetivo telefoto AF S NIKKOR 600 mm $f4$ G ED VR. Fuente: <http://www.nikon.com> Página 61.

Figura 3.12 Algunos de los objetivos más usados en 35 mm y su correspondiente ángulo de cobertura. Fuente: Enciclopedia Salvat de la fotografía creativa, Kodak. 1986. Tomo 1, pag. 73. Página 62

Figura 3.13 Diferencia de construcción entre objetivos para película y para sensores digitales. Dibujo: Patricia Peña, 2012. Basada en A. Bécquer, s.f.c. Página 64.

Figura 3.14 Círculos de cobertura comparativos para un cuadro de 24 x 36 mm. y un sensor de 13.5 x 18 mm. Dibujo: Patricia Peña, 2012. Basada en A. Bécquer, s.f.c. Página 64.

Figura 3.15 Aberración cromática. Fuente: <http://www.nikon.com> Página 65.

Figura 3.16 Aberración esférica. Fuente: <http://www.nikon.com> Página 66.

Figura 3.17 Astigmatismo. Fuente: <http://www.nikon.com> Página 66.

Figura 3.18 Aberración en coma. Fuente: <http://www.nikon.com> Página 66.

Figura 3.19 Curvatura del campo. Fuente: <http://www.nikon.com> Página 67.

Figura 3.20 De izquierda a derecha: Sin distorsión, distorsión de barril, distorsión de cojín y distorsión de mostacho. Fuente: www.xatakafoto.com Página 67.

Figura 3.21 Luz polarizada. Dibujo: Bob Mellish, 2006. Página 71.

Figura 3.22 Grey Card. Fuente: <http://www.xrite.com> Página 72.

Figura 3.23 ColorChecker Classic. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2005. Página 72.

Figura 3.24 ColorChecker SG. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 72.

Figura 3.25 Tarjeta ColorChecker Passport con software. Fuente: <http://www.xrite.com> Página 72.

Figura 3.26 Kodak Q 13 Gray Scale y Color control Patches. Fuente: <http://www.dpreview.com> Página 74.

Figura 3.27 Cámara montada sobre cabezal VR. Ilustración Harald Woeste, 2009. Mastering digital panoramic photography. [El dominio de la fotografía digital panorámica] CA, EUA: Rockynook. Página 76

Figura 3.28 De izquierda a derecha, panorama plano, cilíndrico y esférico. Imagen: Harold Woeste, 2009. Mastering digital panoramic photography. [El dominio de la fotografía digital panorámica] CA, EUA: Rockynook. Página 76.

Figura 3.29 Cabezal Robótico Gigapan Epic Pro. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 77.

Figura 3.30 Sistema posicionador de cámara. Diseño: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Daniel Flores y Silvio Tinoco, 1997. Página 78.

Figura 3.31 En la parte superior de izquierda a derecha fotografías sin editar de los muros oriente, sur, poniente y norte del cuarto 2 de Bonampak, Chiapas tomadas con el sistema posicionador de cámara para el registro fotográfico de la pintura mural. En la parte inferior el desplegado terminado que se utilizó para publicación. Fotografías: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ernesto Peñaloza, edición digital: Ricardo Alvarado Tapia, 1997. Página 79.

Figura 3.32 Ernesto Peñaloza fotografiando los murales del cuarto 2 del Edificio I de Bonampak, Chiapas. Fuente: Bonampak, mensajes pictóricos. Realización: Leticia Villavicencio. TV UNAM 2001. Página 80

Figura 3.33 Aprehensión fotográfica con el sistema de desplazamiento ortogonal del mural de La Batalla en la Estructura B sub de la Zona Arqueológica de Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 81.

Figura 3.34 Patricia Peña en la construcción del sistema regulador de paralelaje para la apreensión fotográfica. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 81.

Figura 3.35 Carritos y patas afelpadas del sistema regulador de paralelaje. Fotografías: Ricardo Alvarado Tapia y Patricia Peña, 2011. Página 82.

Figura 3.36 Registro fotográfico ortogonal del mural de la Batalla de Cacaxtla, Tlaxcala para el proyecto la pintura mural prehispánica en México. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010. Página 83.

Figura 3.37 Soporte del tripié del sistema regulador de paralelaje. Fotografías: Ricardo Alvarado Tapia y Patricia Peña, 2011. Página 83.

Figura 3.38 Uso del sistema de desplazamiento ortogonal para fotografiar la pintura mural en el pasillo interior de “El Castillo” en Tulum, Quintana Roo. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 84.

Tabla 3.1 Distancias focales de diferentes objetivos y sus ángulos de cobertura. Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Basada en García, E. 2005:18 y Roura, A. 2011. Página 63.

Tabla 3.2 Nomogramas de temperaturas, filtros y películas. Fuente: Hugo Rodríguez, s.f.a. Página 70.

Tabla 3.3 Tabla para el uso de filtros Kodak para la corrección de la temperatura de color. Fuente: Kodak, 2000. Página 69.

Capítulo 4. Sistemas de iluminación

Figura 4.1 Espectro electromagnético donde se puede observar la parte visible por el ojo humano. Dibujo: Horst Frank, 2005. Página 89.

Figura 4.2 La percepción del mundo a través de nuestros ojos Infografía: Carlos Ramírez con información de Tomás Unger. Página 90.

Figura 4.3 Temperatura de color y su relación con algunas fuentes de iluminación para fotografía. Fuente: www.digitalcameraworld.com Página 93.

Figura 4.4 Espectro electromagnético del iluminante D65. Kevin Houser, 2006. Página 95.

Figura 4.5 Diagrama de cromaticidad CIE, 1931. Los colores dentro del triángulo pueden ser producidos por la combinación RGB. La línea negra que atraviesa la parte blanca representa la curva de radiación de un cuerpo negro. Fuente: LEDtronics Inc. & Andrew T. Young. Página 95.

Figura 4.6 Equipo utilizado durante las pruebas de caracterización en 2008. De izquierda a derecha sistema de iluminación de luz fluorescente Hancock; luz de destello Elinchrom 500, luz de destello Multiblitz Compact 400, luz incandescente Lowel Tota. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2008. Página 101.

Figura 4.7 Luz de destello, Elinchrom, D-Lite 4. Fuente: <http://www.elinchrom.com> Página 102.

Figura 4.8 Luz de destello, Elinchrom, Style RX 600. Fuente: <http://www.elinchrom.com> Página 102.

Figura 4.9 Luz de destello, Multiblitz, Prolite Compact 400. Fotografía: E. Van Der Aa, 2011. Página 102.

Figura 4.10 Luz fluorescente, Fluo Tec Petit 4 plus. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 102.

Figura 4.11 Luz incandescente, Lowel V. Fuente: <http://www.lowel.com> Página 102.

Figura 4.12 Exposímetro Sekonic L-359. Fuente: <http://www.seconik.com> Página 103.

Figura 4.13 Espectrofotómetro, X rite i1. Fuente: <http://www.xrite.com> Página 103.

Figura 4.14 Aula 3 del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, adaptada para las pruebas de caracterización de tres de las fuentes de iluminación más utilizadas en fotografía: Tungsteno, destello y fluorescente. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2008. Página 105.

Figura 4.15 Aula 3 del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, donde se muestra una área mayor de cobertura en negro que en las pruebas de 2008, con materiales menos reflejantes en las áreas críticas de los posibles reflejos. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 106.

Figura 4.16 Carlos Villavicencio colocando el equipo de medición y registro. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 110.

Figura 4.17 Ricardo Alvarado acomodando una unidad de luz fluorescente Fluo Tec. Fotografía: Juan Carlos Villavicencio, 2011. Página 111.

Figura 4.18 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LT-300-08, LT-200-08 y LT-100-08. Página 1114.

Figura 4.19 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LT-300-S-08, LT-300-S-08 y LT-300-S-08. Página 115.

Figura 4.20 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LV-350-11, LV-250-11 y LV-150-11. Página 115.

Figura 4.21 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LV-85-11, LV-85-FA-11 y LV-85-FPyA-11. Página 116.

Figura 4.22 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): H-300-08, H-200-08 y H-100-08. Página 1117.

Figura 4.23 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): FTP4P-350-11, FTP4P-250-11 y FTP4P-150-11. Página 118.

Figura 4.24 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): MC4-300-08, MC4-200-08 y MC4-100-08. Página 119.

Figura 4.25 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): MC4-300-S-08, MC4-200-S-08 y MC4-100-S-08. Página 120.

Figura 4.26 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): E5-300-08, E5-200-08 y E5-100-08. Página 120.

Figura 4.27 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): E5-300-S-08, E5-200-S-08, E5-100-S-08. Página 121.

Figura 4.28 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): MC4-350-11, MC4-250-11 y MC4-150-11. Página 121.

Figura 4.29 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): ER6-350-11, ER6-350-11 y ER6-350-11. Página 122.

Figura 4.30 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): EDL4-350-11, EDL4-250-11 y EDL4-150-11. Página 122.

Figura 4.31 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación de luz de destello a 0°. Página 123.

Tabla 4.1 Dos unidades Lowel Tota a 45° con 1500 Ws de potencia totales, 2008. Luz directa. Página 114.

Tabla 4.2 Dos unidades Lowel Tota a 45° con 1500 Ws de potencia totales, 2008. Luz reflejada en sombrillas plateadas. Página 115.

Tabla 4.3 Dos unidades Lowel V a 45° con 1000 Ws de potencia totales, 2011. Luz directa. Página 115.

Tabla 4.4 Dos unidades Lowel V a 45° con 1000 Ws de potencia totales, 2011. Luz directa. Pagina 1116.

Tabla 4.5 Dos unidades Lowel, V a 45° con 1000 Ws de potencia totales, 2011. Luz con filtros azules. Página 116.

Tabla 4.6 Dos unidades Lowel, V a 45° con 1000 Ws de potencia totales, 2011. Luz con filtros polarizadores y azules. Página 116.

Tabla 4.7 Dos unidades Hancock a 45°, 2008. Luz directa. Página 117.

Tabla 4.8 Dos unidades Fluo Tec, Petit 4 plus a 45° con 440 Ws de potencia totales, 2008. Luz directa. Página 118.

Tabla 4.9 Dos unidades Multiblitz, Compact 400 a 45° con 800 Ws de potencia totales, 2008. Luz directa. Página 119.

Tabla 4.10 Dos unidades Multiblitz, Compact 400 a 45° con 800 Ws de potencia totales, 2008. Luz reflejada en sombrilla Multiblitz blanca. Página 120.

Tabla 4.11 Dos unidades Elinchrom, 500 a 45° con 1000 Ws de potencia totales, 2008. Luz directa. Página 120.

Tabla 4.12 Dos unidades Elinchrom, 500 a 45°, con 1000 Ws de potencia totales, 2008. Luz reflejada en sombrilla Elinchrom blanca. Página 121.

Tabla 4.13 Dos unidades Multiblitz, Compact 400 a 45° con 200 Ws de potencia totales, 2011. Luz directa. Página 121.

Tabla 4.14 Dos unidades Elinchrom, RX 600 a 45° con 90 Ws de potencia totales, 2011. Luz directa. Página 122.

Tabla 4.15 Dos unidades Elinchrom, D-Lite 4 a 45° con 124 Ws de potencia totales, 2011. Luz directa. Página 122.

Tabla 4.16 Una unidad Elinchrom, D-Lite 4 a 0° con 50 Ws y 400 Ws de potencia, 2011. Luz directa. Página 124.

Tabla 4.17 Comparación de intensidad de la luz y valores de exposición de luz incandescente, fluorescente y de destello. Página 126.

Tabla 4.18 Comparación de temperatura de color correlativa, índice de reproducción cromática e iluminante estándar correlacionado de luz incandescente, fluorescente y de destello. Página 127.

Capítulo 5. **Propuesta metódica para la aprehensión fotográfica de murales patrimoniales**

Figura 5.1 Equipo de fotográfico colocado en un espacio delimitado, limpio y seguro. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 135.

Figura 5.2 Al estar a nivel de piso, es fácil tropezar con los cables y patas de tripies y provocar un accidente. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 135.

Figura 5.3 De acuerdo con la norma DIN 5031, el término “radiación óptica” se refiere al intervalo de longitudes de onda entre 100 nm y 1 mm. “Luz” y “radiación visible” es la gama de longitud de onda entre 400 nm y 800 nm, que puede ser percibida por el ojo humano. La radiación óptica con longitudes de onda más cortas que 400 nm se denomina ultravioleta y se subdivide en UV-A, UV-B y UV-C. De manera similar, el infrarrojo cubre la gama de longitudes por encima de los 800 nm y se subdivide en IR-A, IR-B e IR-C. Imagen: Ricardo Alvarado Tapia, 2012 basado en Giga Hertz-Optik, 2008. Página 137.

Figura 5.4 Patricia Peña realizando el encuadre con la cámara inclinada al igual que el muro, para tomar fotos en secuencia del mural de la Batalla, Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010. Página 141.

Figura 5.5 Registro de la pintura mural en el pasillo de la subestructura del Castillo en Tulum, Quintana Roo. Debido al poco espacio, no fue posible enfocar a través del visor de la cámara por lo que se conectó a la computadora y desde ahí se enfocó y se disparó. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Leticia Staines, 2011. Página 142.

Figura 5.6 Espacio de color Adobe RGB 1998 y sRGB. Fuente: <http://www.advancedphotography.net> Página 143.

Figura 5.7 Como se puede apreciar, la toma es un poco más abierta (80 x 55 cm aprox.) que el espacio de encuadre recomendado (62 x 41 cm). Imágenes tomadas con una cámara Canon 5D Mark II de 5616 x 3744 pixeles (21 Mp). Fotografías: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010. Página 145.

Figura 5.8 Medición de la temperatura de color de las luces de destello con espectrofotómetro, en el mural de La Batalla, Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Carlos Alberto García Escobar, 2010. Página 146.

Figura 5.9 Tomas fotográficas con diferente selección de temperatura de color en la cámara ($f/7$ 1/60). Se utilizaron dos luces de destello rebotadas en sombrillas blancas, a 240 cm de distancia del mural con una gran cantidad de luz ambiente. Mural del Hombre Águila en el muro norte del pórtico A en Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Teresa del Rocio González Melchor y Ricardo Alvarado Tapia, 2008. Página 147.

Figura 5.10 Triángulo de exposición. A mayor ISO menor apertura o mayor velocidad o viceversa, a mayor apertura menor ISO o menor velocidad o viceversa, a mayor velocidad mayor apertura o mayor ISO o viceversa. Ricardo Alvarado, 2011. Página 148.

Figura 5.11 Diafragmas pequeños provocan difracción de la luz y reducen la nitidez de la imagen. Fuente: Molecular Expressions, <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/anatomy/image.html> Página 149.

Figura 5.12 Relación de la nitidez de la imagen con la apertura del diafragma. Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Tomado de Monje 2002. Página 150.

Figura 5.13 Relación apertura - velocidad. Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Basado en António Damásio, 2010 <http://aimagemcomunica.blogspot.mx/2010/12/regulacao-da-maquina-analogica.html> Página 151.

Figura 5.14 Histograma de una imagen de 12 bits donde se muestra la pérdida de un paso en la parte más brillante, es decir la mitad de la información 2048 de los 4096 bits. Imagen: Adrián Alemán, 2009. Página 153

Figura 5.15 Dos luces de destello a 55° aprox. del mural de la banqueta en Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2008. Página 154.

Figura 5.16 Fragmento del muro oriente del Templo Rojo en Cacaxtla, Tlaxcala. Del lado izquierdo con luz de destello a 45o, del lado derecho con una luz de destello rasante a 15o. Fotografías: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2008. Página 155.

Figura 5.17 Medición con exposímetro manual de la intensidad de la luz incidente en el mural poniente del Templo Rojo en Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Patricia Peña, 2008. Página 156.

Figura 5.18 El tormento de Cuauhtémoc, David Alfaro Siqueiros, 1951, y un detalle donde se aprecia la textura y el contraste de la obra. Palacio de Bellas Artes. Fotografía: Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 158.

Figura 5.19 Toma de referencia de color con la tarjeta Passport ColorChecker del mural del Pórtico A en Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografía: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010. Página 161.

Figura 5.20 Programa de cómputo para la corrección de color de la tarjeta ColorChecker que identifica las variaciones en cada una de las muestras y crea un perfil de corrección para las imágenes. Página 161.

Figura 5.21 Efecto del sistema de polarización cruzada en el que se utilizan filtros en el sistema de iluminación y en la cámara, lo que produce la eliminación de brillos, la saturación de los colores y la aparición de un matiz azulado. Agustín de Iturbide, Anónimo, Museo Nacional de Historia. Fotografías: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2011. Página 163.

Figura 5.22 De izquierda a derecha: Rotación incorrecta sobre el eje del sensor de la cámara. Cabezal VR mecánico y Rotación correcta sobre el punto nodal o de no paralelaje. Cabezal VR mecánico, Ilustraciones: Harald Woeste, 2009:19. Mastering digital panoramic photography. [El dominio de la fotografía digital panorámica] CA, EUA: Rockynook. Página 165.

Figura 5.23 Aprehensión del mural sur de la Biblioteca Central de la UNAM con cámara DSLR sobre cabezal robótico Gigapan. Fotografías: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 166.

Figura 5.24 Imagen final del mural sur de la Biblioteca Central de la UNAM tomado con cámara DSLR sobre cabezal robótico Gigapan, se puede apreciar una variación de luz en la parte central izquierda. Fotografía: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 166.

Figura 5.25 Muros pintados en el cubo de la escalera del templo de San Nicolas Tolentino en el Estado de Hidalgo, tomados con cámara DSLR y cabezal Gigapan. Fotografías: Proyecto el pincel del Tlacuilo en el imaginario agustino, IIEs, UNAM / Patricia Peña y Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 156.

Figura 5.26 Sistema de desplazamiento ortogonal para la aprehensión fotográfica, se puede observar la cámara montada junto con el sistema de iluminación sobre un tripié que se desliza sobre unos rieles. Cacaxtla, Tlaxcala. Fotografías: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Carlos Alberto García Escobar, 2010. Página 168.

Figura 5.27 En la parte superior izquierda se muestran las imágenes juntas sin editar obtenidas con el sistema de desplazamiento ortogonal de una sección del muro poniente del mural de la Batalla, Cacaxtla, Tlaxcala. Del lado derecho la misma sección del mural con las imágenes editadas y unidas con el programa Autopanogiga 2.6 y Photoshop 9. En la parte inferior el mural completo. Fotografías: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM / Patricia Peña, María de Jesús Chávez y Ricardo Alvarado Tapia, edición: Patricia Peña y Ricardo Alvarado Tapia, 2010. Página 169.

Figura 5.28 Del lado izquierdo una muestra de como une el programa Gigapan stitch 2.0 en filas e hileras ordenadas de acuerdo a la secuencia del nombre de los archivos, del lado derecho Auto Panogiga 2.6 que ensambla encontrando similitudes en las imágenes, se puede observar que no pudo unir las fotos del cielo por no encontrar coincidencias. Fotografías: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 170.

Figura 5.29 Programa de unión de imágenes por similitud donde se muestran los puntos de coincidencia editables. Autopanogiga 2.6. Fotografías: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Página 171.

Figura 5.30 Metadatos IPTC Core en Adobe Bridge 6, de imágenes del mural de la Batalla, Cacaxtla, Tlaxcala. Fuente: Proyecto la pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM, 2012. Página 176.

Tabla 5.1 Algunos ejemplos de área de encuadre respecto a la resolución espacial. Página 145.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Es posible afirmar que gran parte del patrimonio artístico mundial se conoce a través de sus imágenes. La historia de la reproducción de arte es muy amplia y muy antigua, abarca diferentes técnicas y culturas: la xilografía, el grabado, el agua fuerte, la litografía o la pintura con el tiempo fueron sustituidas por la fotografía como un medio más preciso de reproducción, práctica muy frecuente desde los inicios de esta técnica, pero poco documentada. Dominique de Font-Réaulx (2006, p. 7) afirma que para legitimar el estatus de la fotografía como obra artística, los historiadores han preferido durante mucho tiempo evadir el tema de la reproductibilidad que la somete a un rol puramente documental, por lo que hasta hace algunos años sólo se hacían breves menciones sobre el trabajo de reproducción de algunos de los primeros fotógrafo como:

Nicéphore Niépce, Hipolyte Bayard y William Fox Talbot. De esta época, los más prolíficos en el tema fueron: Gustave Le Gray de quien son las primeras fotografías de la Gioconda en 1854, Robert Jefferson Bingham al publicar el primer catálogo razonado de pinturas de Paul Delaroche en 1858 y Adolphe Braun cuyo hijo y nieto también se dedicaron a la reproducción de obras de arte, teniendo la exclusividad de la venta de imágenes de las obras del museo de Louvre.



Figura 0.1 La Gioconda, también conocida como la Mona Lisa (S. XVI). Leonardo da Vinci. Del lado izquierdo, foto: Gustave Le Gray, 1950s. Del lado derecho, foto: Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, 2011.

En estos años el gobierno francés inició una campaña para fotografiar el patrimonio artístico la llamada *Mission Heliographique*. (De Font-Réaulux, 2006, pp. 8-15; Freund. G. 2006, pp. 89-90).

En el caso de México, las más antiguas reproducciones fotográficas de bienes patrimoniales que se conocen y que también se considera fueron los primeros daguerrotipos tomados en nuestro territorio (ca. 1839 - 1843), son atribuidas al fotógrafo francés Jean Prelier Dudoille quien entra al país por el puerto de Veracruz con una cámara para la producción de daguerrotipos. Se trata de siete láminas¹: cuatro de la arquitectura del Centro Histórico de la Ciudad de México, una de la escultura de Carlos V “El Caballito”, una más de la piedra del Sol y la última del puerto de Veracruz (Osorio, F. 1998).

Durante el siglo XIX la reproducción fotográfica de obras de arte continuó ejerciéndose como una práctica importante, pero no fue sino hasta la segunda mitad del XX que debido al aumento del mercado de los objetos artísticos, de los espacios de exhibición y de la toma de conciencia sobre el deterioro y la desaparición de las obras patrimoniales, se elevó la demanda por tener el registro visual y reproducciones de las obras en las instituciones culturales, galerías, museos y centros de investigación, así como por los propios creadores, coleccionistas, estudiosos y para un público ávido de poseer al menos una copia “fiel” del original.

A lo largo de 180 años de evolución, la fotografía analógica se fue sustituyendo proceso tras proceso (daguerrotipos, ambrotipos, cianotipos, papel salado, etc.), hasta llegar a los estándares de las películas y marcas de las últimas décadas, y posteriormente a la tecnología digital consecuencia de sus antecesoras y de los avances en cómputo.

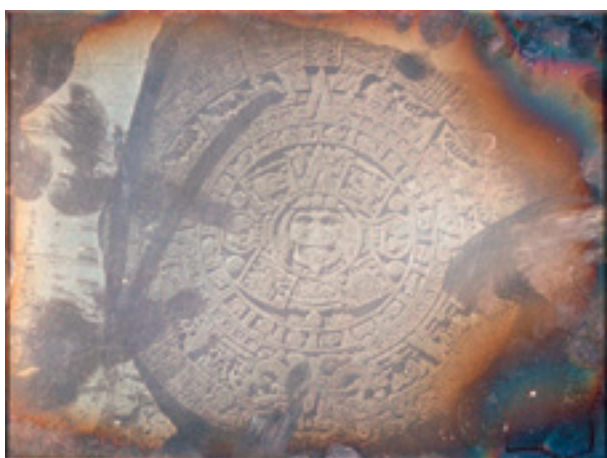


Figura 0.2 Daguerrotipo de la Piedra del Sol montada en la pared lateral de la Catedral Metropolitana, ca. 1839. Fuente: George Eastman House.

Varios son los esfuerzos que se han hecho y no menos los proyectos para registrar obras patrimoniales en México, principalmente en el siglo XX y por parte de Instituciones gubernamentales y/o académicas. Cabe resaltar el proyecto “La pintura mural prehispánica en México” (LPMPEM) del Instituto de Investigaciones Estéticas (IIEs) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que desde 1990 y hasta la fecha, registra a través de diferentes medios y estudia con enfoques multidisciplinarios la pintura precolombina y su contexto, es ahí donde este proyecto de

¹ Estas imágenes ahora forman parte de la colección Gabriel Cromer del Museo Internacional de Fotografía y Cine de Rochester, N.Y.

investigación ha nacido a partir del registro fotográfico, con la consigna en un principio de proveer material visual para el corpus y de estudio para sus investigadores. Ahora, la investigación abarca un espectro más amplio de obras pictóricas y siempre con la idea de obtener óptimos resultados para el registro y la investigación.

Planteamiento y delimitación del tema

El trabajo que se presenta, busca ser una guía para la aprehensión de murales mexicanos de distintas épocas, ideologías e iconografía, que comparten características físicas y materiales similares, son de importancia nacional y consideradas patrimonio cultural, aunque sólo se hará referencia a los realizados en la época prehispánica, colonial y en el siglo XX, por ser representativos de este arte y suficientes para el propósito de la investigación, por lo que no se tratarán las hechas en otros siglos. Las obras de pintura mural creadas sobre algún elemento arquitectónico o sobre paneles como en algunos casos del XX, principalmente sobre muros y con un aplanado base, son a las que se hará referencia, no a los relieves pintados, ni a las pinturas hechas directamente sobre piedra o dentro de cuevas².

El inventario de obras artísticas patrimoniales es un proceso que incluye la identificación, documentación, catalogación, administración, el resguardo y recuperación de la información. En esta investigación se tratará lo relativo a la aprehensión fotográfica como elemento del proceso global y se mencionarán algunos temas de manera general como parte de las acciones que deben realizarse para tener un buen registro sin profundizar en ellos.

Objetivo general

Proponer un conjunto de sugerencias y métodos para la óptima³ aprehensión fotográfica de murales patrimoniales con fines de registro, investigación y difusión.

Hipótesis general

A través de una serie de recomendaciones y métodos para la aprehensión de imágenes que contemplen las ventajas de la tecnología digital, se podrán obtener copias fotográfica de pinturas murales patrimoniales muy parecidas al original, que sirvan de registro para la investigación y la difusión.

² Esta delimitación se toma de los principios formulados por Beatriz de la Fuente (1994) para el proyecto La pintura mural prehispánica en México, IIEs, UNAM.

³ En adelante se utilizará el término "óptimo" para referirse a la mejor manera en la que se pueden aprehender imágenes del patrimonio, dependiendo de los objetivos de cada proyecto, de la tecnología que se utilice y del momento histórico.

Motivación para elaborar la investigación

Durante los 18 años (1994 - 2012) que participé como integrante del proyecto “La pintura mural prehispánica en México” del IIEs de la UNAM, escuché algunas de las características que debe tener una imagen para que sirva de manera adecuada en el proceso de investigación: ortogonalidad, sin distorsión geométrica, fiel reproducción de color, homogeneidad en la iluminación, calidad y gran resolución, entre otras. Al tener la oportunidad de asistir a los trabajos de registro, comprendí que estas necesidades podían ser satisfechas, combinando la experiencia de los diferentes fotógrafos, con la utilización del equipo adecuado, una correcta iluminación, una fiel reproducción de color, la capacidad de capturar espacios amplios en una sola imagen de manera ortogonal y de alta calidad, lo más parecido al original que la fotografía pudiera ofrecer y realizarlo con la “nueva” tecnología de cámaras digitales.

En colaboración con otros proyectos de registro de murales coloniales y modernos, ví la posibilidad de proponer un método para la óptima aprehensión de murales patrimoniales, que sirviera para las obras realizadas tanto en la época prehispánica, como en las hechas durante la colonia, el siglo XIX y hasta la actualidad, por compartir características físicas similares.

Al entender la importancia social, la gran cantidad de información que pueden aportar las obras murales, ser testigo de la rapidez con la que se van deteriorando y perdiendo, y al comprender las necesidades de investigación, en combinación por mi gusto en la fotografía y las imágenes digitales, surgió el interés por realizar una amplia investigación sobre los diferentes aspectos que intervienen en esta área de la fotografía con el objetivo de capturar las imágenes de los murales patrimoniales en alta calidad de la manera más fiel que la fotografía actual puede ofrecer, que sirvan para el registro, la investigación y la difusión, entendiendo que al momento es la mejor manera de registrar visualmente este patrimonio.

Procedimiento

Una vez que se aprobó el protocolo de investigación se procedió a investigar el estado del arte y con esta información la información de cada uno de los capítulos que componen este trabajo de investigación. Para el primer capítulo fue necesario hacer un análisis histórico a partir de la investigación documental con el fin de entender el concepto, función y registro de las obras artísticas patrimoniales. En el segundo, que versa sobre el cambio tecnológico y el concepto de fotografía, también se analizaron las fuentes históricas utilizando el método histórico⁴ (Quintana, L. 2006, p. 58) y las ideas expresadas sobre los conceptos en determinados momentos y se realizó una

⁴ El método histórico procura el conocimiento de las distintas etapas de los objetos en su sucesión cronológica, para conocer la evolución y desarrollo del objeto o fenómeno de investigación.



Figura 0.3 Del lado izquierdo se aprecia el estado de conservación de un personaje pintado en Atetelco, Teotihuacan, Fotografía: PPMPM / María Elena Ruiz Gallut, 1994. Del lado derecho el mismo personaje con visibles muestras de deterioro 13 años después. Fotografía: PPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2007.

comparación cualitativa respecto a las características de la tecnología analógica y la digital. Para el cuarto capítulo enfocado al conocimiento del equipo fotográfico y sus características, se realizó una búsqueda documental principalmente en sitio en Internet para conocer las descripciones técnicas y los estudios y comparaciones cualitativas existentes. Debido a que no se encontró suficiente información y comparaciones de los sistemas de iluminación usados en fotografía, para el quinto capítulo se decidió, a partir del diseño de un experimento (Fundibeq, s.f.; Florián, A. 2008), caracterizar algunos sistemas y accesorios y efectuar una comparación cualitativa y cuantitativa.

Desarrollo del documento

El primer capítulo está dedicado a entender la importancia y funciones de las obras patrimoniales, conocer algunos de los tratados, políticas culturales o iniciativas nacionales e internacionales para su reconocimiento, registro y protección. En el caso de la pintura mural patrimonial y cuyas imágenes son tema de esta investigación, se ofrece un breve panorama de las tres etapas importantes etapas que México ha tenido en el tema y los esfuerzos que se han hecho para su registro fotográfico.

Debido al actual cambio tecnológico, en el segundo capítulo fue necesario ubicar a la fotografía en su momento histórico tomando como referencia el desarrollo que ha tenido y el proceso hacia la digitalización. En esta parte se observaron las características de la tecnología analógica y digital, sus cualidades y limitaciones y, a través de la comparación se definió la que ofrecía mayores ventajas para lograr los objetivos planteados.

Con base en el capítulo anterior, para el tercero, se investigó el equipo necesario para la óptima aprehensión fotográfica, sus características, ventajas y desventajas; mismas que se analizaron con el fin de recomendar una serie de características para cada una de las herramientas que intervienen en la captura. En este mismo capítulo se encuentran dos maneras de registrar murales en secuencias fotográficas, la primera, con el uso de un cabezal robótico y la segunda, por medio de un sistema que diseñé y construí exprofeso para deslizar la cámara y el sistema de iluminación ortogonal al mural, con el fin de realizar tomas paralelas y bajo los mismos parámetros, que pudieran ser unidas con mayor facilidad mediante programas de cómputo.

El cuarto capítulo se dedicó a las cualidades de la luz, es una parte fundamental para obtener un reflejo “fiel” del objeto artístico. Al contrario de las cámaras fotográficas, existen menos estudios e información sobre las características, cualidades y limitación de los equipos de iluminación, por lo que se diseñó un experimento con el fin de caracterizar los tres sistemas de iluminación más utilizados en fotografía: incandescente, fluorescente y de destello, así como la influencia que ejercen algunos accesorios, para poder encontrar el tipo de iluminación más adecuada en el registro de obras.

En el quinto capítulo se detalla el método propuesto para la aprehensión de murales patrimoniales a partir del conocimiento del equipo, la literatura consultada, la experiencia y los consejos de colegas. Se inicia con la planeación, donde se definen los objetivos, las tareas, precauciones y la solicitud de los permisos, posteriormente se dan las recomendaciones para el trabajo en campo sobre la colocación del equipo, los parámetros de la cámara, el sistema de iluminación y la reproducción en secuencia; se describen las características de una imagen de calidad, y finalmente se mencionan los temas de administración, documentación y preservación digital como parte del procedimiento general de registro sin abordarlos a fondo por no ser parte de los objetivos de esta investigación.

Resultados

La experiencia obtenida durante este proceso ha sido amplia, se lograron importantes resultados de orden teórico, técnico, tecnológico y metodológico para el registro de murales patrimoniales los que pueden aplicarse a otro tipo de obras.

Se ofrece un panorama general del concepto y la importancia del patrimonio, de los acuerdos internacionales sobre su protección y documentación, así como de las Instituciones mexicanas encargadas del registro y algunas de las experiencias sobre el tema, lo que permite entender el objeto de estudio y da un panorama del estado del arte.

Respecto el momento histórico de la tecnología fotográfica en cuanto al cambio de paradigma y por lo tanto a la redefinición de algunos conceptos, se analizó el de “fotografía” tomando en cuenta varias definiciones con el fin de entender a que se le ha llamado fotografía y si con la tecnología digital aún se habla de lo mismo. Con base en lo anterior, se propuso una nueva definición que integra la captura digital por tener los mismos principios en los métodos de aprehensión y prácticamente los mismos usos.

Desde la llegada de las cámaras digitales y hasta la fecha, hay quien se pregunta si es mejor la tecnología digital o la analógica, por ello se investigaron sus características generales y se compararon sus ventajas y desventajas con el fin de tener la certeza y los elementos que justifiquen el uso de una u otra, resultado la digital con mayores ventajas para la reproducción de imágenes del patrimonio.

Con el propósito de saber cual es el equipo más adecuado para la captura de imágenes del patrimonio, se investigaron, evaluaron y compararon las características generales de las cámaras, lentes, tripies, filtros, tarjetas de color y algunos otros accesorios, con los resultados se proponen una serie de recomendaciones que deben tener los equipos para obtener imágenes de calidad.

Se desarrolló un experimento para conocer las características de los tipos de luz más utilizadas en fotografía: tungsteno, fluorescente y de destello, y su influencia en la reproducción de imágenes. Se obtuvieron las representaciones en el espectro electromagnético, temperatura de color, índice de reproducción cromática e iluminancia y se observaron las variaciones que presentan los sistemas de iluminación a diferentes distancias y con el uso de algunos accesorios. La luz de destello resultó ser la mejor para la reproducción de obras de arte por el mínimo daño que provoca a las obras respecto a los otros tipos de luz, a su intensidad y por la reproducción de color.

Por otra parte y debido a la problemática que en ocasiones representa aprehender un mural completo en una sola toma de calidad, y que no se encontraron aparatos en el mercado que ayuden a esta labor, se diseñó y fabricó un sistema para la captura ortogonal de fotografías que permite deslizar el equipo fotográfico manteniendo la ortogonalidad frente a los murales, por lo que cada una de las imágenes obtenidas serán similares entre sí, lo que facilita su unión digital. También se propone el uso de cabezales robóticos, siempre y cuando exista una distancia considerable para alejarse de la obra mural y evitar la distorsión.

Con la información anterior se desarrolló un método que contempla: la planeación donde se definen los objetivos, las tareas y se agendan las actividades, así como la logística del trabajo de campo; las características que deben poseer y la conducta que deben seguir las personas que intervengan en el registro; la colocación y parámetros del equipo fotográfico y del sistema de iluminación, además del procedimiento de captura y la reproducción en secuencia. De esta

manera se brinda al fotógrafo interesado una guía para capturar imágenes de manera óptima, que puedan servir como elemento de estudio, investigación y difusión. Para valorar los resultados de manera objetiva se ofrece una serie de características para medir la calidad de las imágenes obtenidas.

Como resultado de varias sesiones de discusión que tuve la oportunidad de coordinar, un grupo de trabajo iniciado en el seno del proyecto de pintura mural prehispánica de la UNAM, que dedicó sus esfuerzos a buscar la manera de documentar las imágenes obtenidas en los trabajos de registro con el propósito de darles significado, contexto y organización, para hacer posible su uso, administración y preservación, tradujo y adaptó la norma IPTC core V.1.1 para la documentación de imágenes de pintura mural y otras artes, este documento se puede encontrar en el apartado de anexos.

Sin duda alguna, este trabajo ha beneficiado mi labor en los proyectos de investigación en los que he participado, en el Archivo Fotográfico del Instituto de Investigaciones Estéticas y en mi obra particular, por lo que las fotografías tomadas a partir de la investigación realizada, son de gran calidad técnica y una mayor resolución espacial que lo hecho anteriormente. El conocimiento obtenido no se ha quedado en el ámbito del beneficio personal he formado recursos humanos principalmene en el proyecto la pintura mural prehispánica en México, donde ahora se utiliza el método de captura de imagen, catalogación y preservación producto de esta investigación.

Aportaciones al diseño y a la fotografía

Actualmente no existe un sólo tipo de diseño, la práctica y las distintas actividades han dado como resultado diferentes especialidades: editorial, web, museografía, empaque, animación, ilustración y fotografía, por mencionar algunos. La actividad sigue siendo la misma: entender las necesidades de comunicación y así, seleccionar, ordenar y traducir determinada información de y a distintos medios, para ofrecer mensajes y productos específicos, usables y responsables, destinados a un público específico, de acuerdo a la realidad social, al momento histórico y con ayuda de las técnicas, tecnologías, materiales y teorías del diseño (Alvarado, R. 2002, p. 24).

Dentro del amplio campo de influencia del diseño y de las diferentes necesidades de comunicación, la fotografía ofrece información para conocer objetos o escenas del mundo visual: obras artísticas, personas, ciudades, edificios, etc. En algunos casos es de suma importancia que las reproducciones sean lo más parecidas posible al original, dado que serán los sustitutos visuales para determinadas funciones. Joan Costa (1998, pp. 49-50) menciona que el diseño del siglo XXI debe centrarse en el usuario, que debe ofrecer la suficiente información para que el público se forme una opinión certera de lo que está viendo.

Necesitamos una nueva concepción del diseño, que corresponda a nuestra civilización de la información (y ya no de la producción) que sobre todo esté centrado en el humano, no en los objetos, ni en la técnica, ni en el consumo. Que no se base en la cultura material, sino en la información como productor de conocimiento.

La presente investigación sistematiza y describe un procedimiento a través de una correcta planeación, el uso de equipo de calidad, el conocimiento de las herramientas, la elección de parámetros y realizado por personal profesional, para la obtención de imágenes de calidad que sirvan principalmente para el registro y la investigación. El procedimiento y los principios que se mencionan, sirven para la obtención de copias fotográficas muy similares a los objetos originales en cuanto a sus características físicas. El conocimiento del equipo, de la técnica fotográfica y de iluminación puede ser utilizado para obtener imágenes para los más diversos fines, sean estos publicitarios, periodísticos, artísticos, mercantiles o de otra índole.

La fotografía transita por un cambio de paradigma en el que hay confusión, incertidumbre, resignificación de tareas y conceptos, y en ocasiones esperanzas no cumplidas. Con el fin de aportar información que ayude a la reflexión, al entendimiento de la transición y del nuevo modelo, se examinó el concepto de fotografía, ofreciendo una nueva definición que incluye a la tecnología digital. También se reunieron las características del modelo analógico y digital de captura de imagen, de la misma manera se ofrece una serie de cualidades que deben cumplir las cámaras digitales, lentes y accesorios para aprehender imágenes de calidad. Con esta información además de conocer mejor el funcionamiento, manejo y prestaciones de los equipos, es posible seleccionar los adecuados para la obtención de imágenes de calidad independientemente de su uso fotográfico.

Esta investigación aporta conocimientos de orden teórico, técnico y tecnológico en el campo de la fotografía, que pueden ser utilizados para la producción de imágenes dentro de la profesión del diseño gráfico y otras más como la arquitectura, el diseño industrial, la ingeniería, la arqueología, las ciencias de la comunicación, etc.

Los resultados del experimento realizado a la luz de tungsteno, fluorescente y de destello determinaron sus cualidades en cuanto a la temperatura de color, índice de reproducción cromática, iluminancia y su representación en el espectro electromagnético, así como sus variaciones a diferentes distancias y con el uso de accesorios, de este modo es posible saber su influencia en la reproducción de imágenes y color.

Debido a que los murales son obras de grandes dimensiones y que su aprehensión en una sola toma fotográfica puede resultar de calidad insuficiente para un óptimo registro, se averiguaron opciones que permitieran una mayor resolución espacial de imagen. Una de ellas, es con el uso de un cabezal robótico que captura las imágenes en filas e hileras formando un mosaico que se puede unir en una sola imagen de gran tamaño. Por otra parte y con el propósito de obtener fotografías ortogonales, se diseñó y construyó un sistema de paralelaje con el que se pueden capturar series de imágenes bajo las mismas características de iluminación, encuadre, distancia, exposición, longitud focal y parámetros de la cámara, para, de igual manera, unir las en una sola de alta resolución y buena calidad.

Marco teórico

Estado del arte

Una experiencia importante en el registro de murales es la del proyecto LPMPEM del IIEs de la UNAM, que desde 1990 tiene como propósitos principales el registro y estudio de los murales prehispánicos *in situ*, museos, bodegas y colecciones en el territorio nacional, con el fin de conservar las imágenes y estudiar este patrimonio desde la mirada de distintas disciplinas. Este proyecto ha tomado en cuenta la importancia de una adecuada reproducción y se han adoptado algunas medidas que se verán reflejadas en esta investigación.

En la actualidad el proyecto tecnológicamente más avanzado probablemente sea el *Google Art Project*, que en colaboración con algunos de los más importantes museos de arte del mundo, han fotografiado más de treinta mil obras, la mayoría pinturas de caballete de varios museos del mundo. Se trata de recorridos virtuales por las salas de los museos y de la presentación fotográfica de una selección de piezas artísticas en alta resolución dispuestas en internet.

En cuanto a fuentes bibliográficas, existen pocas obras monográficas que tratan de manera general la reproducción fotográfica de los distintos tipos, tamaños y formatos de las obras y tienen como fin principal la aprehensión por parte del artista en película positiva de color por ser el material que en el pasado mejor reproducía los objetos de arte.

The Quick & Easy Guide to Photographing Your Artwork de Roger Saddington, (2003), está escrito para artistas novatos en la fotografía con intenciones de reproducir su trabajo, contiene información muy elemental y de carácter general, ricamente ilustrado pero no profundiza en problemas particulares.

Photographing your Artwork de Russell Hart (2000), también está dedicado a los artistas que desean fotografiar su propio trabajo. No va dirigido a los profesionales de la fotografía, se trata de consejos sencillos y prácticos para obtener diapositivas de buena calidad en situaciones óptimas y con pocas complicaciones.

How to Photograph Works of Art de Sheldon Collins (1992), ofrece una guía más amplia y detallada, dirigida a un amplio espectro de profesionistas que, a diferencia de los anteriores, contempla a los fotógrafos. Trata muchos de los aspectos técnicos, describe las características del equipo, ofrece algunos consejos para el manejo de las obras y da recomendaciones sobre posibles imprevistos que suelen ocurrir durante el proceso fotográfico, por lo que, sin duda es una texto de gran ayuda.

Existen muchas publicaciones relacionadas con la fotografía desde el punto de vista teórico, pasando por el artístico y hasta el técnico, en libros y en Internet. Algunos artículos directamente relacionados con el tema de la reproducción de arte encontrados en Internet fueron escritos por Fernando Osorio (2001), Bravo de la Carrera (2003) y Francisco Rosso (2012), quienes, desde su área de especialidad dan algunos consejos útiles para esta labor.

Marco conceptual

Una buena parte de las obras artísticas que forman el patrimonio cultural de la humanidad se identifican, registran, conservan y conocen a través de copias, de imágenes. El desarrollo de las técnicas de reproducción ha influido de manera significativa en la forma en la que se perciben, estudian y difunden.

Desde su nacimiento como hasta ahora, las técnicas fotográficas novedosas han sido criticadas y comparadas, pero también admiradas aún por quienes se han mostrado escépticos. En el presente, mucho se especula sobre si las imágenes digitales siguen siendo fotografías o no, si con el cambio tecnológico tan importante es necesario pensar en un nuevo nombre y conservar el de fotografía para los procesos químicos. Se han dado discusiones fundamentadas sobre el tema, pero como sucede con la mayoría de los conceptos, el uso cotidiano de las palabras es el que termina dándoles significado.

Las personas no siempre aceptan o se adaptan a los cambios de manera fácil, es todo un proceso que a las generaciones mayores les cuesta más trabajo. En este devenir tecnológico, además de reinterpretar o dar un significado diferente a algunos conceptos como ventanas, resolución, formato de imagen, salvar; hay que aprender nuevos términos como DPI, píxeles, bytes y también conocer el manejo de las nuevas herramientas como: computadoras, impresoras, programas, redes y

las funciones que ofrecen para obtener los resultados esperados, diferentes de las herramientas y los procesos químicos en el laboratorio.

El producto de esta investigación, se sustentará en la realidad actual y pretende servir de guía para los siguientes años, aún y cuando la tecnología siga cambiando. Muchos de los avances que ahora son de punta, pronto serán obsoletos y existirán mejores equipos, pero las necesidades que se quieren cubrir y los principios para solucionarlas serán parecidos.

La fotografía digital, aún no ofrece certidumbre y normalización en todos sus procesos, en la actualidad no se recomienda como un modelo definitivo para el resguardo de imágenes patrimoniales, la rápida obsolescencia de la información digital, así como la inestabilidad del Internet ponen en riesgo el testimonio acumulado en formatos digitales (UNESCO, 2002a). Es conveniente que además se continúe utilizando la fotografía análoga, mientras se llega a un estadio de estabilidad y certidumbre tecnológica, por lo tanto, también se podrán encontrar algunos conceptos relacionados con la fotografía analógica, aún y cuando se trate de una investigación encaminada a la reproducción digital.

Marco metodológico

Objetivos

- Destacar la importancia del patrimonio artístico, su utilidad social y su uso.
- Establecer las características que debe tener el equipo fotográfico (cuerpos, objetivos, tripiés y sistemas de iluminación) para la obtención de óptimas copias de obras murales.
- Determinar la técnica adecuada para aprehender murales patrimoniales en alta resolución y buena calidad.

Hipótesis

- Comprendiendo la importancia que el patrimonio cultural tiene en las sociedades y en los individuos, entenderemos la necesidad de conservarlo, preservarlo, estudiarlo y difundirlo.
- Al utilizar equipo fotográfico con características adecuadas para la reproducción de murales, será posible obtener imágenes similares al original y de buena calidad.
- Con los métodos y la tecnología adecuada, es posible reproducir murales patrimoniales con buena calidad en alta resolución fotográfica.

Preguntas de Investigación

- ¿Es importante la aprehensión fotográfica de murales patrimoniales?
- ¿Existe algún método para la aprehensión digital de obras artísticas?
- ¿El presente trabajo ofrecerá aportaciones de importancia a la práctica fotográfica?
- ¿Actualmente, es posible reproducir fotográficamente una obra de manera fiel?

Procedimiento metodológico

Se consultaron varias fuentes sobre metodología de investigación y procedimientos para hacer una tesis, la mayoría coinciden en los aspectos generales: elección y delimitación del tema, planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, estado del arte, recopilación de información, experimentación y redacción (Eco, H. 2007; Hernández, E. 2006; Hernández, R. 1991; Baena, G. 1998; Sánchez, G. 2004). En el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes aproximaciones metodológicas de acuerdo a la naturaleza del tema.

Después de varios meses de trabajar el protocolo de investigación se recopiló información de libros, revistas y sitios en Internet para conocer los antecedentes y el estado del arte, con el fin de comprender el fenómeno de manera global y conocer lo hasta ahora investigado, posteriormente se desarrollaron cada uno de los pasos siguientes.

La investigación documental ayudó a entender la importancia del patrimonio, así como la manera en que se ha descrito a la fotografía a través del tiempo, también se buscó información respecto al estado que guarda la reproducción del arte. De la misma manera, con el fin de conocer las herramientas de captura de imagen, se revisó la literatura, los sitios en Internet de las compañías fabricantes de equipo y algunos otros donde se localizaron las descripciones técnicas y opiniones sobre los equipos, con la información recopilada se realizó un análisis y comparación de sus características.

Al no encontrar equipos en el mercado para la reproducción ortogonal de imágenes, se plantearon las necesidades y se buscaron soluciones similares lo que llevó al diseño y construcción de un sistema que permitiera tomar imágenes bajo los mismos parámetros de distancia e iluminación y cuya descripción se puede encontrar en el quinto capítulo de esta investigación.

De manera especial se trató a los sistemas de iluminación, además de entender el papel de la luz en la visión y sus características generales, se diseñó y realizó un experimento utilizando el método científico para caracterizar los tres tipos de iluminación artificial más usados en fotografía: tungsteno, fluorescente y de destello, encontrando diferencias importantes entre cada uno de ellas.

Una vez comprendida la importancia del objeto de estudio, el momento tecnológico, junto con el conocimiento de las características del equipo necesario para la aprehensión de murales, y a partir de la literatura encontrada y los consejos de profesionales experimentados en el tema, se procedió a desarrollar un método general de aprehensión fotográfica. En este apartado la experiencia obtenida en el proyecto LPMPEM resultó fundamental para proponer los pasos que se deben seguir, entender el trabajo en campo, seleccionar los parámetros, el acomodo del equipo, los problemas en la iluminación, y de igual manera para reconocer los problemas que pueden aparecer y sugerir las posibles soluciones.

Aunque fueron varios los procedimientos metodológicos aplicados, principalmente de orden cualitativo, cuantitativo, experimental y teórico, para alcanzar los objetivos planteados, siempre se trataron a los elementos, problemas y métodos como parte de una unidad que influye en el resultado del trabajo final.

Consideraciones

Es prudente tomar en cuenta que la fotografía como la conocemos ahora es un símil bidimensional y limitado de una parte de la realidad visual que percibimos la mayoría de los seres humanos en un momento y espacio determinado, por lo que con esta consideración y tomando en cuenta el actual momento tecnológico se ha desarrollado la presente investigación.

Por otro lado, quisiera justificar el uso de la palabra “aprehensión” en el título de esta idónea comunicación de resultados, que a mi parecer es la adecuada para describir la acción que se realiza en el acto fotográfico.

En su libro *El arte de la aprehensión de imágenes y el unicornio*, Carlos Jurado (1974) menciona que hace muchos siglos, magos y alquimistas de diferentes lugares, practicaron una actividad que entonces parecía mágica, conocida como el “arte de la aprehensión de imágenes” y que era tan sólo el desarrollo de un fenómeno físico, al que hoy le damos el nombre de fotografía. Tengo la idea sin haber podido encontrar la cita, que el mismo autor prefiere este término al de “captura”, al igual que el que escribe.

El diccionario de la lengua española de la Real Academia Española (2001) define:

Aprehender

(Del lat. *apprehendere*).

1. tr. Coger, asir, prender a alguien, o bien algo, especialmente si es de contrabando.
2. tr. aprender (ll llegar a conocer).
3. tr. Fil. Concebir las especies de las cosas sin hacer juicio de ellas o sin afirmar ni negar.

Aprehensión

(Del lat. apprehensio, -ōnis).

1. f. Acción y efecto de aprehender.

2. f. Psicol. Captación y aceptación subjetiva de un contenido de conciencia.

3. f. desus. comprensión.

~ simple.

1. f. Psicol. La que capta las formas de las cosas sin hacer juicio de ellas o sin afirmar ni negar.

Capturar

(De captura).

1. tr. Aprehender a alguien que es o se reputa delincuente, y no se entrega voluntariamente.

2. tr. Aprehender, apoderarse de cualquier persona, animal o cosa que ofrezca resistencia.

De tal manera que “aprehender” puede referirse a coger, asir, captar o capturar sin hacer juicio de las cosas, precisamente lo que se desea conseguir con esta investigación: aprehender imágenes sin modificaciones, sin intención evidente por parte del autor, “limpias” de origen. Y capturar lleva implícito el apoderamiento en contra de la voluntad, se relaciona más con la captura de animales, aunque también se usa en fotografía. Una vez aclarado el punto en ocasiones se usará “captura” como sinónimo, prefiriendo sin duda el de “aprehensión”.

CAPÍTULO 1. EL PATRIMONIO Y LA PINTURA MURAL EN MÉXICO

Debido a los objetivos de este proyecto de investigación, se considera importante conocer el significado y trascendencia del *patrimonio*, de las obras consideradas patrimoniales y de las iniciativas nacionales e internacionales para su inventario. En el mismo sentido, los momentos en los que el arte mural mexicano es considerado patrimonio, así como sus características generales y los esfuerzos contemporáneos para su registro y digitalización, temas que se abordan en el presente capítulo.

1.1 Definición de patrimonio

La palabra “patrimonio” proviene del latín *patrimonium* e “indica los bienes que el hijo tiene, heredados de su padre y abuelos” (Diccionario jurídico mexicano, 1998, Vol. 4, p. 2353) y por extensión de y para las familias, grupos sociales y países. Pero no sólo se heredan objetos materiales, también ideas, valores, actitudes, costumbres, creencias, conocimientos, habilidades y formas de comunicación, a lo que de manera general se le llama cultura, y que, a decir de la Conferencia Mundial sobre las Políticas Culturales celebrada en México:

...da al hombre la capacidad de reflexionar sobre sí mismo. Es ella la que hace de nosotros seres específicamente humanos, racionales, críticos y éticamente comprometidos. A través de ella discernimos los valores y efectuamos opciones. A través de ella el hombre se expresa, toma conciencia de sí mismo, se reconoce como un proyecto inacabado, pone en cuestión sus propias realizaciones, busca incansablemente nuevas significaciones, y crea obras que lo trascienden.

(UNESCO, 1982).

De acuerdo a su naturaleza, el patrimonio al que las sociedades hacen referencia, puede clasificarse de manera general en natural y cultural.

El patrimonio natural

A la variedad de paisajes que conforman la flora y la fauna de un territorio se le denomina patrimonio natural. La “Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural”, en su segundo artículo del capítulo I considera patrimonio natural a:

Los monumentos naturales constituidos por formaciones físicas y biológicas o por grupos de esas formaciones que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.

Las formaciones geológicas y fisiográficas y las zonas estrictamente delimitadas que constituyan el hábitat de especies animal y vegetal amenazadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista estético o científico.

Los lugares naturales o las zonas naturales estrictamente delimitadas, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la ciencia, de la conservación o de la belleza natural.

(UNESCO, 1972).

El patrimonio cultural

El concepto de patrimonio cultural no es estático, va cambiando con el tiempo tanto en su definición como en sus contenidos y se encuentra estrechamente ligado con las formas culturales, pero también con los procesos históricos, políticos y sociales (Tovar y de Teresa, R. 1995). El patrimonio cultural no se limita a monumentos y colecciones de objetos, comprende también tradiciones o expresiones vivas heredadas de nuestros antepasados y transmitidas a nuestros descendientes (UNESCO, 2012).

Enrique Florescano (1993, p. 9), en su artículo “El patrimonio cultural y la política cultural”, señala cuatro variables dinámicas y complejas, para comprender las concepciones y las políticas relacionadas con el patrimonio:

- 1) La manera en que cada época rescata y selecciona ciertos bienes y testimonios que identifica con su noción de patrimonio.

- 2) Los grupos sociales dominantes que realizan la selección patrimonial bajo criterios restrictivos y exclusivos. Es el Estado el que selecciona los bienes de acuerdo con su proyecto histórico.
- 3) La oposición entre patrimonio cultural universal y patrimonio cultural nacional como un proceso necesario en el surgimiento de los estados nacionales, con un proyecto histórico propio.
- 4) El patrimonio cultural como resultado del choque y la interacción entre distintos intereses sociales y políticos que conforman la nación.

Florescano (1993, p. 16) menciona que la transformación de la idea tradicional de patrimonio cultural se da, a partir de las nuevas relaciones entre estado y sociedad, capital y sociedad e instituciones culturales y sociedad. Bajo esta premisa, es la sociedad el principal actor en la definición de patrimonio cultural, bajo la influencia del estado y el capital.

El Instituto Latinoamericano de Museos define patrimonio cultural como (Teresa Martínez, comunicación personal, 2013; DeCarli, G, 2006, p. 5):

El conjunto de bienes tangibles e intangibles, que constituyen la herencia de un grupo humano, que refuerzan emocionalmente su sentido de comunidad con una identidad propia y que son percibidos por otros como característicos. El Patrimonio Cultural como producto de la creatividad humana, se hereda, se transmite, se modifica y optimiza de individuo a individuo y de generación a generación.

El patrimonio cultural, a su vez, se puede dividir en intangible y tangible, el primero constituido por aquella parte invisible que reside en el espíritu mismo de las culturas, es un factor importante para el mantenimiento de la diversidad cultural frente a la creciente globalización (UNESCO, 2012).

El patrimonio tangible se forma por:

Los bienes muebles que comprenden los objetos arqueológicos, históricos, artísticos, etnográficos, tecnológicos, religiosos y aquellos de origen artesanal o folklórico que constituyen colecciones importantes para las ciencias, la historia del arte y la conservación de la diversidad cultural del país.

Los bienes inmuebles constituidos por los lugares, sitios, edificaciones, obras de ingeniería, centros industriales, conjuntos arquitectónicos, zonas típicas y monumentos de interés o valor relevante desde el punto de vista arquitectónico, arqueológico, histórico, artístico o científico, reconocidos y registrados como tales. Son obras o producciones humanas que no pueden ser trasladadas de un lugar a otro.

(MAV, 2012)



Figura 1.1 El *Flora Day* tiene lugar en Helston, Cornwall, es una de las más antiguas costumbres británicas que todavía se practica hoy en día. El baile de la alta burguesía de la ciudad es una de las actividades más reconocida de esta celebración. A la izquierda se muestra una fotografía de 1901 y a la derecha ca. 2010. Fuente: Victoria and Albert Museum y Hampshirebirds.

De manera general, el patrimonio cultural de la humanidad está formado por bienes cuya importancia va más allá de su antigüedad o valor estético, es una respuesta a la interrogante de los orígenes, de las raíces; es testimonio del proceso histórico y con ello cumple la función de proporcionar a los individuos los elementos necesarios para identificarse y sentirse perteneciente a un grupo, a una cultura, contribuyendo así a la cohesión social (fig. 1.1), nos ayuda a conocernos como personas, como familias, sociedad o nación. Es una herramienta para entender el presente como resultado de un “célebre pasado” y sostiene la esperanza de un futuro prometedor.

La “Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural” (UNESCO, 1972), en su primer artículo del capítulo I considera patrimonio cultural a:

Los monumentos, obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales⁵, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.

Los conjuntos, grupos de construcciones, aisladas o reunidas, cuya arquitectura, unidad e integración en el paisaje les dé un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.

⁵ Las pinturas monumentales o murales objeto del procedimiento de registro fotográfico de esta investigación, están consideradas como patrimonio cultural, aunque no necesariamente inscritos en las listas de patrimonio cultural de la UNESCO. Los lugares en México con pintura mural, incluidos dentro de la lista mundial de patrimonio son las ciudades prehispánicas de Teotihuacan, Chichén Itzá, Calakmul, Mitla, Xochicalco, Uxmal, Tajín, Yagul, Paquimé y Palenque, además del centro histórico de Puebla, Ciudad de México, Guanajuato, los conventos del Siglo XVI de las faldas del Popocatepetl, Santuario de Jesús Nazareno en Atotonilco, el Hospicio Cabañas y la Ciudad Universitaria de la UNAM entre otros.

Los lugares, obras del hombre u obras conjuntas del hombre y la naturaleza, así como las zonas, incluidos los lugares arqueológicos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista histórico, estético, etnológico o antropológico.

En el artículo 12º del mismo capítulo, se menciona que el hecho de que un lugar, conjunto o monumento no se encuentre inscrito en las listas de la UNESCO, no significará en modo alguno que no tenga un valor universal excepcional o que no forme parte del patrimonio cultural de una nación o de un grupo social. También se pone de manifiesto que el patrimonio cultural y natural está cada vez más amenazado por la destrucción, no sólo por las causas naturales de deterioro, sino también por la evolución de la vida social y económica, su pérdida empobrece el patrimonio mundial, por lo que es muy importante que los gobiernos adopten las medidas jurídicas, científicas, técnicas, administrativas y financieras para identificarlo, protegerlo, conservarlo, rehabilitarlo y transmitirlo a las generaciones futuras y, procurar dentro de lo posible, adoptar una política general encaminada a atribuirle una función en la vida colectiva, entre otras acciones. No se trata sólo de conservar los bienes sino de documentar, contextualizar, entender, darles sentido y difundirlos.

La Ley Federal del Patrimonio Cultural de la Nación promulgada en 1970 consideraba en su artículo segundo que: El Patrimonio Cultural de la Nación está constituido por todos los bienes que tengan valor para la cultura desde el punto de vista del arte, la historia, la tradición, la ciencia o la técnica, de acuerdo con lo que dispone esta Ley (Diario Oficial de la Federación. 1970). Esta reglamentación fue derogada y en su caso quedó la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas de 1972, que no se refiere expresamente al patrimonio sino a monumentos arqueológicos, artísticos e históricos (Diario Oficial de la Federación. 1972, pp. 5-6):

ARTICULO 28.- Son monumentos arqueológicos los bienes muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica en el territorio nacional, así como los restos humanos, de la flora y de la fauna, relacionados con esas culturas.

ARTICULO 33.- Son monumentos artísticos los bienes muebles e inmuebles que revistan valor estético relevante.

La obra mural de valor estético relevante será conservada y restaurada por el Estado.

Para determinar el valor estético relevante de algún bien se atenderá a cualquiera de las siguientes características: representatividad, inserción en determinada corriente estilística, grado de innovación, materiales y técnicas utilizados y otras análogas.

1.2 La protección del patrimonio cultural

La mayor parte de los bienes patrimoniales se han perdido a lo largo de la historia por diferentes causas: deterioro natural, desinterés, intolerancia, negligencia, “desarrollo social” o por la destrucción del propio hombre. Las devastaciones provocadas por los conflictos bélicos, principalmente las dos guerras mundiales, incrementó la conciencia en el mundo sobre la protección del patrimonio cultural, lo que dio como resultado que en 1954 se aprobara la “Convención para la protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado”, por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura en ella:

Los Estados se comprometen a renunciar a la destrucción, el saqueo o el uso peligroso de la propiedad cultural, ya sea inmueble o mueble (tomando en cuenta sitios arquitectónicos y arqueológicos, así como museos y colecciones). También establece mecanismos preventivos tales como la elaboración de inventarios, la identificación de los mayores peligros para estos bienes y el establecimiento de facilidades de almacenaje para su protección especial. Incluye, además, previsiones para responder a casos específicos tales como el transporte y la adquisición de propiedades culturales y los conflictos de naturaleza interna.

(UNESCO, 2002c)

Existen otros tratados internacionales como el de Ginebra de 1949, donde se consideran los ataques deliberados y la intención de los estados por adoptar las medidas oportunas para prohibir, prevenir, hacer cesar y castigar cualquier acto de destrucción deliberada de dicho patrimonio. Pero en las guerras los convenios no son siempre respetados, tales son los casos de Bosnia-Herzegovina (1991-1995) donde se destruyeron más de mil templos de diferentes



Figura 1.2 El violonchelista Vedran Smailovic en la parcialmente destruida Biblioteca Nacional en Sarajevo, ex Yugoslavia. Foto: Mikhail Evstafiev, 1992.



Figura 1.3 Saqueo de militares estadounidenses en el Museo Nacional de Irak durante la invasión de 2003. Fuente: www.paginasarabes.com

religiones y otros mil monumentos culturales como monasterios, museos, bibliotecas, archivos y colecciones invaluableles (fig. 1.2), el saqueo al Museo Nacional de Irak durante la invasión de los Estados Unidos de América en 2003 (fig. 1.3), en el que se perdieron más de 15,000 piezas de Mesopotamia con al menos 5000 años de antigüedad (Guzmán, R. 2002).

En la década de 1960, la UNESCO promovió una campaña internacional para el rescate de los antiguos templos de Abu Simbel en Egipto, debido a su inminente inundación por la construcción de la presa de Asuan, lo que obligó a trasladar pieza por pieza, los monumentos a la parte superior de la montaña en la que se encontraban originalmente (fig. 1.4). Esta acción impulsó a que durante la 17ª Conferencia General celebrada en París (1972), se firmara la “Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural” (UNESCO, 1972).



Figura 1.4 Entre 1964 y 1968 fue desmontado y trasladado el Templo de Ramses II de su emplazamiento original, como consecuencia de las obras realizadas por la construcción de la presa de Asuán, Egipto. Foto: Per-Olow Anderson, 1967.

La UNESCO, organismos internacionales y especialistas en el tema, opinan que uno de los primeros pasos para la conservación y protección del patrimonio es su registro, el que cobra vital importancia cuando se extravía o se daña una pieza (UNESCO, 1972; González, J. 2005). La pérdida o deterioro de alguna parte del patrimonio cultural implica la desaparición de una porción de la historia, de un fragmento de la cultura y de la identidad social.

1.3 Tres etapas del patrimonio mural en México, su inventario y estudio

La pintura mural es una de las expresiones artísticas más trascendentales en la historia del arte mexicano, se practica desde hace más de dos mil años, tanto en recintos ceremoniales como residenciales y palaciegos, centros educativos o en lugares administrativos, reconocida por ser un arte que de manera general se puede llamar “popular”. Sus técnicas de producción han sido de las más diversas, desde el clásico fresco y seco (fig. 1.5) con variaciones regionales y temporales, hasta los procesos experimentales del siglo XX. Los grandes temas son: la religión, las batallas, la vida cotidiana, la historia y la política, entre otros.

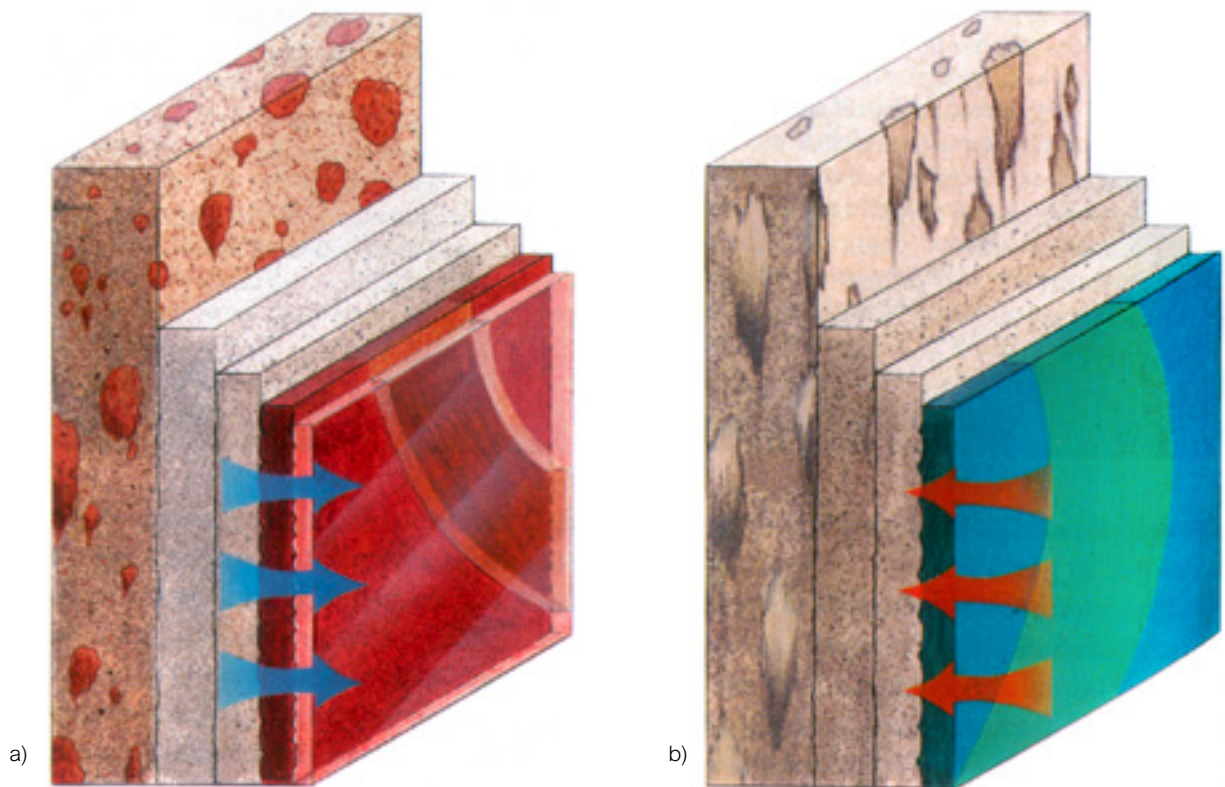


Figura 1.5 a) Técnica al fresco: Se pinta en secciones el muro húmedo, al secarse el hidróxido de calcio se desplaza hacia la superficie del mural formando una capa que encapsula los pigmentos. b) Técnica al seco: el aglutinante mezclado con los pigmentos, penetra y se adhiere en el enlucido del muro. Ilustraciones Magda Juárez, información: Diana Magaloni. 1995.

Hay tres periodos en la historia claramente reconocibles en los que éste arte fue practicado profusamente: el prehispánico, el colonial y el movimiento muralista del siglo XX, los cuales han sido objeto de numerosos estudios de las más variadas disciplinas y de múltiples esfuerzos de registro y catalogación.

La Carta de Atenas aprobada por el Congreso Internacional de Restauración de Monumentos en 1931, fomenta la conciencia y promueve la reflexión y el intercambio de bienes culturales a sus países de origen o su restitución en caso de apropiación ilícita, exhorta a los estados a que publiquen un inventario de los monumentos históricos nacionales, acompañado por fotografías y notas (Quirosa, M. 2005, pp. 73-78).

En el mismo sentido, las conclusiones y recomendaciones del Encuentro de Directores de Centros de Conservación de América Latina y el Caribe, realizado en Caracas, Venezuela en 1992 (González, J. 2005), establecen que “el desconocimiento de los bienes culturales que integran el patrimonio de una comunidad significa un riesgo cierto al deterioro y pérdida del mismo”, por

lo que se acordó la conformación de un sistema de información automatizado en los centros de conservación del patrimonio cultural, especialmente enfocados a la elaboración de un catálogo básico, inventario y registro de bienes culturales de cada país, con el fin de saber qué se tiene, dónde se encuentra, cuáles son sus características físicas, en qué estado está, cómo es, de qué materiales está hecho, quién o quiénes y cuándo lo hicieron, entre otros datos posibles.

La mayoría de las instituciones mexicanas, procedimientos, convenios internacionales y leyes referentes al patrimonio cultural se idearon y consolidaron durante el siglo XX. En la actualidad el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), por medio del Instituto Nacional de Antropología e Historia a través de la Coordinación Nacional de Conservación del Patrimonio Cultural, la Coordinación Nacional de Monumentos Históricos y la Coordinación Nacional de Arqueología y el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura a través del Centro Nacional de Conservación y Registro del Patrimonio Artístico Mueble, se encargan desde sus jurisdicciones de registrar, restaurar, catalogar, conservar y proteger pinturas, monumentos, inmuebles, esculturas, libros, planos, murales, muebles y otros elementos que constituyan el patrimonio cultural mexicano. Por otro lado, la Universidad Nacional Autónoma de México a través del Instituto de Investigaciones Estéticas, tiene como tareas prioritarias el registro, estudio y difusión del patrimonio artístico mexicano de las diferentes etapas de su historia, por ello, desde 1935 el Archivo Fotográfico “Manuel Toussaint” (AFMT) y sus investigadores llevan a cabo un amplio registro de las distintas manifestaciones artísticas del país.

La pintura mural prehispánica

Beatriz de la Fuente (1999, pp. 7-10), describe a la pintura mural como la transferencia del mundo tridimensional de la naturaleza al mundo bidimensional de la superficie que se va a pintar, la figuración de imágenes a partir de la realización de líneas y colores sobre una superficie arquitectónica, cuyos medios expresivos son el dibujo, el color y la textura.

Para delimitar el objeto de estudio del proyecto mencionado, sólo se tomaron en cuenta las pinturas hechas sobre un aplanado y no las que estaban directamente sobre la piedra.

De la Fuente afirma que la presencia constante desde las épocas más tempranas y por prácticamente todo Mesoamérica, legitiman a la pintura mural como un rasgo cultural y artístico fundamental y aunque existieron diferencias importantes en la factura y temática de los murales en las distintas regiones y temporalidades, de manera general, las imágenes son de carácter narrativo, conceptual, histórico, ritual, religioso, bélico, cosmogónico y cotidiano. Del mismo modo también se han encontrado importantes coincidencias que hacen pensar en un constante intercambio mercantil y cultural.



Figura 1.6 Detalle de la pintura del mural en el interior del Templo de los Jaguares, Chichén Itzá. Adela Bretón ca. 1905. Museo Nacional de Antropología, INAH. Foto: LPMPEM / Ricardo Alvarado



Figura 1.7 Detalle del mural en el interior del Templo de los Jaguares, Chichén Itzá. Foto: LPMPEM / Javier Hinojosa, 1995.



Figura 1.8 Detalle del estado actual del mural del Templo de los Jaguares, Chichén Itzá, no se observa la pintura original, sólo el repinte sobre el muro original. Foto: LPMPEM / Patricia Peña, 2011.

Algunos de los primeros registros se hicieron en el siglo XIX y principios del XX por viajeros, arqueólogos y artistas, por mencionar unos cuantos: Désiré Charnay, Carl Nebel, Thomas Egerton, Pedro Gualdi, Frederick Waldeck, Adela Bretón, John Lloyd Stephens, Frederick Catherwood, quienes relatan sus hallazgos, capturan imágenes fotográficas y dibujan con la ayuda de la cámara lúcida. Las imágenes en su mayoría son de arquitectura, escultura, relieves y personas, respecto a la pintura mural sólo hay algunos dibujos del interior del Templo de los Jaguares, Chichén Itzá (fig. 1.6).

En algunos viajes, Catherwood y Stephens llevaron un equipo comprado en New York para tomar daguerrotipos, pero las imágenes de algunos sitios tomadas por Charnay son más conocidas.

A principios del siglo XX Leopoldo Batres y Huerta inicia un proyecto de investigación con el apoyo del gobierno mexicano en la pirámide del Sol en Teotihuacan, hecho paradigmático para la arqueología en México. Durante su investigación encuentra algunos restos de color sobre estuco y el mural de la Agricultura, del que se conoce la mayor parte sólo por dibujos. Desde entonces, en esta zona arqueológica, se han localizado una cantidad importante de murales en sus distintos conjuntos, dentro de los que destacan: Zacuala, Tetitla, Tepantitla y Atetelco (Carrillo, R. 1981, pp. 8-20). Para la difusión y conservación de varios fragmentos que se encontraban en las bodegas, en el año 2000 se abrió al público el Museo de Murales Teotihuacanos “Beatriz de la Fuente”.



Figura 1.9 Bonampak, estructura I. De izquierda a derecha, muro norte, cuarto 1. Bóveda norte, cuarto 2. Muro este y lacandonas, cuarto 1. Fotos: Giles Healey / mesoweb

Otro hecho importante fue el descubrimiento en 1946 de los tres cuartos pintados con escenas ceremoniales, de fiesta, sacrificio, dioses y guerra en la estructura I de Bonampak por Chan Bor quien guió a Carl Frey y Giles Healey, quien fotografió los murales por primera vez (fig 1.9), más adelante Manuel Álvarez Bravo y Enrique Franco Torrijos realizaron algunas placas que muestran el estado de los murales en ese momento (Leticia Staines, comunicación personal, 2012).

En las últimas décadas se han descubierto murales en Monte Albán, Las Higueras, Cacaxtla (fig. 1.10), Cholula y Calakmul, entre otros que por sus dimensiones y estado de conservación, son de los más importantes. Por otra parte, debido al paso del tiempo y a la intemperie, muchas otras pinturas se han perdido o dañado, lo que sucede de manera acusada en lugares con clima cálido-húmedo como en el sureste mexicano.

El contexto en el que se encuentran los murales prehispánicos es muy variado al igual que su tamaño, estado de conservación o espacio arquitectónico en el que fueron hechos. Algunas de las principales dificultades para su aprehensión fotográfica son: el espacio de maniobras, la incidencia de luces parásitas, la humedad, la reflectancia de los distintos materiales, la falta de energía eléctrica en el lugar donde se encuentran, el estado de conservación, la lejanía o las dificultades para el acceso, entre otros.



Figura 1.10 Vista general de los murales del Templo Rojo en la Zona Arqueológica de Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2008.



Figura 1.11 Detalle del texto geroglífico pintado en el interior de la casa E, Palenque. Foto: Eduard Seler, 1911.

Durante el siglo XIX algunos viajeros visitaron las zonas arqueológicas de México y a través de sus escritos, fotografías y dibujos dieron a conocer los monumentos prehispánicos, principalmente la escultura y la arquitectura. En el caso de la pintura mural, los primeros registros fotográficos, son los de Alfred Percival Maudslay y Teobert Maler a finales del siglo XIX, más tarde los hechos por Eduard Seler a principios del XX (fig 1.11). Además de los anteriores, estudios sobre los murales prehispánicos han sido realizados por: Alfonso Caso en los murales descubiertos en las tumbas de Monte Albán, Leopoldo Batres con su proyecto de la pirámide del Sol en Teotihuacan, Martha Foncerrada quien estudió los murales de Cacaxtla, Tlaxcala, Laurette Séjourné con sus trabajos sobre Zacuala, Teotihuacan, Sonia Lombardo con su publicación sobre Quintana Roo y Arthur Miller al trabajar Teotihuacan y la Riviera maya, además de Agustín Villagra quien fuera dibujante del INAH durante muchos años, entre otros.

Desde 1990 el proyecto “La pintura mural prehispánica en México” (LPMPEM) del IIEs de la UNAM se ha dedicado a registrar, estudiar y difundir lo que aún se conserva de pintura mural prehispánica *in situ*, museos, colecciones y bodegas del territorio nacional, primero bajo la dirección de Beatriz de la Fuente y en la actualidad de María Teresa Uriarte. El estudio interdisciplinario de los murales mesoamericanos se aborda desde diferentes áreas del conocimiento tales como: la arqueología, arquitectura, biología, historia, historia del arte, conservación y restauración, epigrafía y la arqueoastronomía entre otras, con el fin de obtener un panorama global del significado de los murales, determinar los materiales con que fueron elaborados, fecha de factura y su relación con otras culturas, para lo cual las imágenes fotográficas resultan una herramienta indispensable de estudio e investigación.

El proyecto LPMPEM ha publicado varios tomos de los catálogos y estudios sobre los murales de Teotihuacan, Oaxaca, Bonampak y Área maya. Actualmente cuenta con un registro aproximado de 60,000 imágenes analógicas en varios formatos y 25,000 en formato digital. Dentro de este gran acervo, cabe destacar la aprehensión fotográfica de la totalidad de los murales de los tres cuartos pintados del edificio I en la Zona Arqueológica de Bonampak en Chiapas (fig. 1.12) en 1997 por Ernesto Peñaloza, esta experiencia fue uno de los primeros trabajos en los que se realizó la digitalización y unión digital de fotografías de murales patrimoniales en México.



Figura 1.12 De izquierda a derecha, muro oriente, sur, poniente y norte del cuarto I de Bonampak, Chiapas. Foto: LPMPM / Ernesto Peñaloza, edición digital: Ricardo Alvarado Tapia, 1997.

Algunos de los murales registrados por dicho proyecto son los de Xcombec y Calakmul en el Área maya fotografiados por Javier Hinojosa y Cesar Flores (fig. 1.13), varias tumbas prehispánicas pintadas en el estado de Oaxaca, en las que intervinieron Ernesto Peñaloza con Pedro Ángeles (fig. 1.14), Gerardo Vázquez y Eumelia Hernández, quienes junto con Maribel Morales y Columba Sánchez, hicieron lo propio en las Zonas Arqueológicas de Tajín y Zempoala, cercanas al Golfo de México. Por otra parte, Genevieve Lucet y Araceli Casas participaron en el registro de la tumba 5 de Suchilquitongo en Oaxaca y realizaron el sistema de realidad virtual inmersiva de este sitio y de Cacaxtla, Tlaxcala, entre otros sitios fotografiados por Teresa del Rocío González, María de Jesús Chávez, Patricia Peña y Ricardo Alvarado. En la actualidad se han registrado la mayor parte de los murales prehispánicos en el área maya, Oaxaca, la Costa del Golfo, Teotihuacan, la Huasteca y en algunos sitios del Altiplano Central Mexicano.



Figura 1.13 Javier Hinojosa y Cesar Flores fotografiando los murales de Calakmul, Campeche. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2000.



Figura 1.14 Pedro Ángeles y Ernesto Peñaloza en la tumba 105 de Monte Albán, Oaxaca. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 1999.

La pintura mural conventual en la época novohispana

Durante esta periodo, la pintura mural se plasmó tanto en edificaciones civiles como religiosas, a lo largo de las rutas misioneras de las diferentes órdenes mendicantes. Las construcciones conventuales servirían para aislar a los frailes, de lugar de protección en casos de emergencia o para la educación religiosa y en conjunto con la iglesia se volvió el centro de la vida social de muchas poblaciones. La funcionalidad a que han sido sometidos, ha implicado cambios en la configuración del espacio y la pintura mural al estar intrínsecamente vinculada con la arquitectura, ha experimentado profundas modificaciones. Robert Ricard explica de manera sucinta la disposición general de los conventos mexicanos:

La iglesia, la más de las veces de una sola nave, orientada de este a oeste, con el altar mayor colocado al oriente, con dos puertas, la principal al poniente y la otra abierta hacia el norte; a la derecha de la puerta principal, o sea en el costado sur del templo, se alzaba casi siempre el convento, con la entrada protegida por un pórtico, por donde se tenía el acceso al claustro. En torno del claustro, en la parte superior, las celdas de los religiosos, y en la parte baja, el refectorio, la cocina, la sala del capítulo, la biblioteca, las caballerizas y las bodegas.

Ricard, R. (citado en Carrillo, R. 1981, p. 24)



Figura 1.15 Murales pintados en el cubo de la escalera del Ex Convento de San Nicolás Tolentino en Actopan, Hidalgo. Foto: PPTIA / Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

Se pintó el interior de las iglesias, en el claustro, las paredes de las escaleras (fig. 1.15), algunas veces el refectorio y la sala capitular y las capillas abiertas mismas que jugaron un importante papel en la evangelización. Las pinturas no sólo eran un acto de devoción, servirían para adoc-trinar a los neófitos, pues dada la escasez de imágenes y la abundancia de “tlacuilos” con amplios conocimientos técnicos, los evangelizadores enseñaron nuevos motivos para decorar los edificios. Con el propósito de transformar las artes antiguas y difundir el conocimiento religioso, pocos años después de la conquista Fray Pedro de Gante fundó la escuela de artes y oficios de San José de los Naturales (Carrillo, R. 1981, pp. 24-41).

El estilo de esta época es producto de la influencia flamenca, los artistas se basaron en grabados provenientes de Flandes, Italia y España (De la O, G. s.f.), se percibe cierto naturalismo en las imágenes de plantas y animales, aunque el tema principal fue el religioso por medio de escenas históricas, geográficas, genealógicas, mitológicas y bíblicas entre otros. Se pueden encontrar multitud de grisallas donde los artistas hallaron un campo fértil para usar diferentes gradaciones de negro y también se han localizado imágenes policromas en azul, ocre, rojo, verde, amarillo. Algunos ejemplos se pueden apreciar en el claustro bajo del convento de los Santos Reyes en Meztitlan, Hidalgo (fig. 1.16) y en la capilla abierta de San Nicolás Tolentino, Actopan, ambos en el estado de Hidalgo (Eumelia Hernández, comunicación personal, 2012). Otros mas, que destacan por su riqueza y calidad se pueden encontrar en: Actopan e Ixmiquilpan en Hidalgo, Cholula y Cuauhtinchan en Puebla, Tzintzuntzan y Charo en Michoacán, Tlayacapan y Tetela del Volcán en Morelos, Acolman, Malinalco y Zinacatepec en el Estado de México. En cuanto a edificios civiles baste mencionar la Casa del Deán de Puebla o la Tercena en Meztitlán, Hidalgo.



Figura 1.16 Detalle de la pintura mural en el claustro bajo del Convento de los Santos Reyes en Meztitlán, Hidalgo. Foto: PPTIA / Ricardo Alvarado Tapia, 2010.

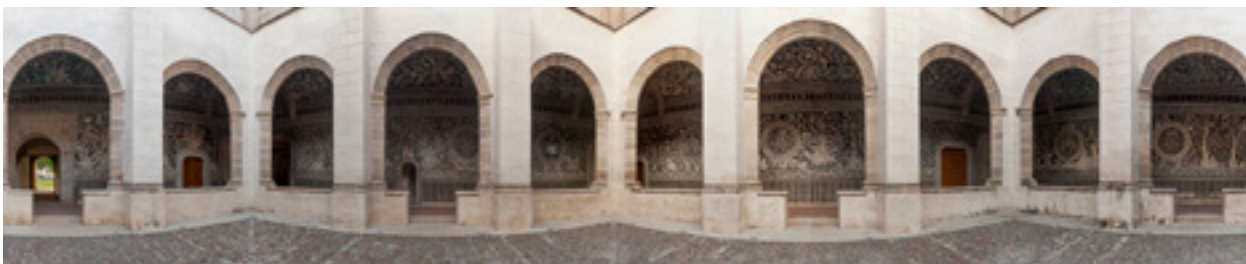


Figura 1.17 Fotografía panorámica donde se muestran los cuatro muros pintados del claustro bajo en el convento de Malinalco, Estado de México. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2009.

La altura de los muros pintados en relación al espacio que se tiene para alejarse de ellos es una de las principales dificultades para fotografiarlos. Los murales pueden cubrir las paredes completas de las naves de los templos, cubos de las escaleras o en los claustros detrás de los arcos (fig. 1.17) (Eumelia Hernández, comunicación personal, 2012). Otro problema es el brillo causado por el pulido del estuco y las irregularidades de los muros debido al movimiento de los materiales a través del tiempo.

Las publicaciones sobre pinturas murales en conventos novohispanos, en su mayoría tratan ciertas obras o algún conjunto conventual en particular. Importantes investigadores han abordado el tema: Xavier Moyssén, Serge Gruzinski, Pablo Escalante, George Kubler, Francisco de la Maza, Benito Artigas, Constantino Reyes, Elena Estrada, Manuel Toussaint, entre muchos otros. Sin embargo, no ha existido un proyecto que intente registrar todos los murales de este periodo, trabajo sin duda de grandes dimensiones. Eumelia Hernández (fig. 1.18) enfrentó el



Figura 1.18 Eumelia Hernández y Edgar Casanova fotografiando los murales del cubo de la escalera en Actopan, Hidalgo. Foto: PPTIA / Elsa Arroyo, 2011.



Figura 1.19 Fotografía infraroja digital en la sala de profundis del Convento de Tlayacapan, Morelos. Foto: Eumelia Hernández, 2009.

reto con el proyecto de registro e investigación: “El pincel del tlacuilo en el imaginario agustino: Banco de imágenes de pintura mural de conjuntos conventuales agustinos en el estado de Hidalgo” (PPTIA), cuyo objetivo central es el registro fotográfico, catalogación y base de datos de la pintura mural de cinco conventos representativos de la actividad constructiva monástica en la Nueva España: Santos Reyes Meztlán, San Nicolás Tolentino Actopan, San Miguel Arcángel Ixmiquilpan y San Agustín Atotonilco el Grande, situados en el estado de Hidalgo cuya construcción comenzó durante la primera etapa de evangelización impulsada por la orden de San Agustín en el siglo XVI.

Una contribución esencial de este proyecto, fue el registro de la pintura mural mediante técnicas de iluminación ultravioleta e infrarroja (fig. 1.19), este tipo de técnicas permite ver características tecnológicas de la pintura que no son perceptibles con luz visible. A través de la fluorescencia

característica de los materiales presente en el enlucido y en la capa pictórica, se pueden diferenciar las áreas originales de las adiciones por restauración o segundas etapas de ocupación de los edificios con gran precisión, en infrarrojo se distingue el trazo de los dibujos preparatorios y contornos del dibujo, el uso de ambas herramientas combinadas permite también hacer hipótesis sobre su manufactura, degradación e intervenciones posteriores.

Las principales resultados fueron: un corpus de fotografías digitales de tomas generales y detalles; la digitalización de las fotografías analógicas positivas en formatos 35 mm, 6 x 7 y 4 x 5” de San Agustín, Ixmiquilpan y Santos Reyes, Meztlán bajo resguardo del AFMT del IIEs, todas las imágenes fueron catalogadas y descritas con un tesoro de términos artísticos y fotográficos lo que permite búsquedas versátiles; el registro de un programa o escena pintada de cada conjunto conventual con técnicas de iluminación ultravioleta e infrarroja; fotografía en alta resolución de uno de los programas pintados de cada convento (fig. 1.20); la recopilación de



Figura 1.20 Pintura mural en el cubo de la escalera del Convento de San Agustín en Atotonilco el Grande, Hidalgo. Fotografía formada por 163 imágenes, tomadas con Cabezal robótico Gigapan. Foto: PPTIA / Teresa González y Ricardo Alvarado, 2011.

fotografías antiguas de los conventos seleccionados en los archivos fotográficos del INAH con la información sobre el lugar de resguardo y número de inventario; fichas de contenido artístico, histórico, iconográfico, con información sobre el estado de conservación y las restauraciones o modificaciones al programa original (Eumelia Hernández, comunicación personal, 2013).

Por otra parte, el AFMT del IIEs, UNAM en su acervo de arte mexicano, tiene una sección dedicada exclusivamente al registro, catalogación y preservación de pintura mural colonial mexicana, cuenta con diapositivas y negativos en diferentes formatos (35 mm, 6 x 7 y placas en formato 4 x 5" e incluso 8 x 10") en color y blanco y negro, fotografía digital y algunas imágenes dentro de las colecciones especiales. En los años 2000 y 2003 se fotografió la pintura mural de los conventos de Ixmiquilpan y Meztitlán de manera sistemática y se catalogó de acuerdo a la norma internacional ISAD-G.

El movimiento muralista del siglo XX, producto de la revolución mexicana



Figura 1.21 Detalle del mural: Del porfirismo a la revolución, la revolución contra la dictadura porfirista. David Alfaro Siqueiros, 1957-1966. Foto: AFMT / Pedro Cuevas, 1992.

A decir de los investigadores sobre el muralismo, Leticia López y Antonio Rodríguez (López, L. 2010, p. 26), la confluencia de jóvenes artistas, junto con el proyecto cultural vasconcelista, las ideas desarrolladas en Europa y el momento histórico - político y socio- cultural en México, dieron como consecuencia un cambio de paradigma estético - filosófico y artístico, uno de sus resultados fue el movimiento muralista mexicano, que arranca con mayor fuerza y como producto de la revolución mexicana (fig. 1.21). En aquella época se constituyó el sindicato de pintores y escultores cuyo manifiesto redactado por Siqueiros, en resumen dice:

...socializar el arte, destruir el individualismo burgués, repudiar la pintura de caballete y cualquier otro arte salido de los círculos intraintelectuales y aristocráticos. Producir solamente obras monumentales que fueran del dominio público. Mantener un arte valioso para el pueblo en lugar de un placer individual.

(Fernández, J. 2001, p. 12)

El gobierno federal impulsó este arte a través de la contratación de algunos artistas para que trabajaran en edificios públicos: el Palacio de Bellas Artes, el Palacio Nacional, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Colegio de San Ildefonso, la Universidad Autónoma de Chapingo (fig. 1.22), el Hospicio Cabañas y la Secretaría de Educación Pública, entre otros (Fernández, J. 2001, pp. 7-14).

Los muralistas fueron cronistas de su tiempo en una nación de posguerra que transitaba entre la tragedia y la opresión hacia la esperanza sostenida por la educación y la justicia; los temas fueron históricos, filosóficos, costumbristas, religiosos, científicos y tecnológicos, con un sentido socialista - nacionalista. El vigor del muralismo también se puede notar en las 147 diferentes técnicas registradas por Orlando S. Suárez, lo que ahora representa un reto para la conservación (López, L. 2010, p. 26), pero la técnica más común fue el fresco, aunque se pueden encontrar muy diversos materiales con diferentes texturas y reflectancias.



Figura 1.22 Murales de Diego Rivera en el ábside de la Capilla Riveriana, Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2005.

Sobre el estilo y la técnica de los distintos autores Justino Fernández menciona que variaban en cuanto a la forma de expresión y el contenido:

...Rivera y su clasicismo tuvo más seguidores; Siqueiros era distinto; Orozco tenía una originalidad y una fuerza inimitables; otros tenían otras cualidades. Todos los pintores comenzaron con asuntos derivados de la iconografía tradicional cristiana o franca y literalmente tomados de ésta, dice Orozco. Las técnicas eran diversas, Rivera pintó su primer mural en encáustica, Leal también y Siqueiros algunos fragmentos de la Preparatoria, pero la técnica del fresco se impuso y dominó pronto, la encáustica fue abandonada.

(Fernández, J. 2001, p. 14)

Los murales se plasmaron en diferentes espacios de las construcciones los albergan: escaleras, muros, salones, techos, pasillos, fachadas, etc. En ocasiones se pintaron en paneles transportables que después se armaban, como en el Palacio de Bellas Artes (fig. 1.23). También podían abarcar la totalidad del interior, como en la llamada Capilla Riveriana en la Universidad Autónoma de Chapingo o en el Poliforum Cultural Siqueiros. Desde su construcción a mediados del siglo XX, en Ciudad Universitaria de la UNAM se dieron cita varios de los grandes maestros de este arte y en los más diversos espacios crearon sus obras con diferentes técnicas de manufactura incluyendo el relieve y el mosaico.

Aunque comparados con murales de épocas anteriores son relativamente de reciente creación, no es posible establecer un estado general de conservación por la variedad en las téc-



Figura 1.23 Diego Rivera comiendo en sesión de descanso mientras realiza el mural de Firmas por la paz en Bellas Artes, Foto: AFMT / Black Star / Juan Guzmán, s/f.



Figura 1.24 David Alfaro Siqueiros junto a Cuauhtemoc redivo, a la derecha nuestra imagen actual y mural de Orozco. Foto: AFMT / Juan Guzmán, 1952.

nicas y el uso social de los espacios donde se encuentran, además de las condiciones climáticas y del mantenimiento preventivo.

Tina Modotti, Juan Guzmán, Bob Shalwick, Ignacio Urquiza, Enrique Franco Torrijos y Enrique Bordes Mangel, son algunos de los innumerables fotógrafos que han capturado imágenes de esta etapa, las primeras imágenes fueron en blanco y negro hasta que se popularizó la película en color a mediados de los años cincuenta (fig. 1.24), pero la b/n continuó utilizándose en el registro de obra por ser químicamente más estable.

A diferencia de las dos etapas pictóricas anteriores, para el movimiento muralista iniciado en los años veinte del siglo pasado, existe más documentación por haber sucedido en un contexto histórico diferente: hay publicaciones de la época, entrevistas con los autores, fotografías de los procesos y las obras materiales en diferentes medios (fig. 1.25, 1.26, 1.27 y 1.28), además de una conciencia social por la documentación, por lo que es posible construir la historia de algunos de los trabajos que se produjeron. Sin embargo, Leticia López (2010, p. 36) menciona que numerosos archivos públicos y particulares están en calidad de desastre, por negligencia, desinterés y accidentes.

Leticia López Orozco, miembro del Proyecto de Investigación “El muralismo, producto de la revolución mexicana, en América” (EM-PRMA) iniciado en 1997 y dirigido por Ida Rodríguez Prampolini del IIEs, UNAM, afirma que una buena parte de los estudios e inventario general se centra en los denominados



Figura 1.25 Angélica Arenal posando para el mural “La Nueva Democracia”, 1944. Acervo Sala de Arte Público Siqueiros / Conaculta / INBA.



Figura 1.26 David Alfaro Siqueiros pintando el mural “La nueva democracia”. Foto: AFMT / Juan Guzman, 1944

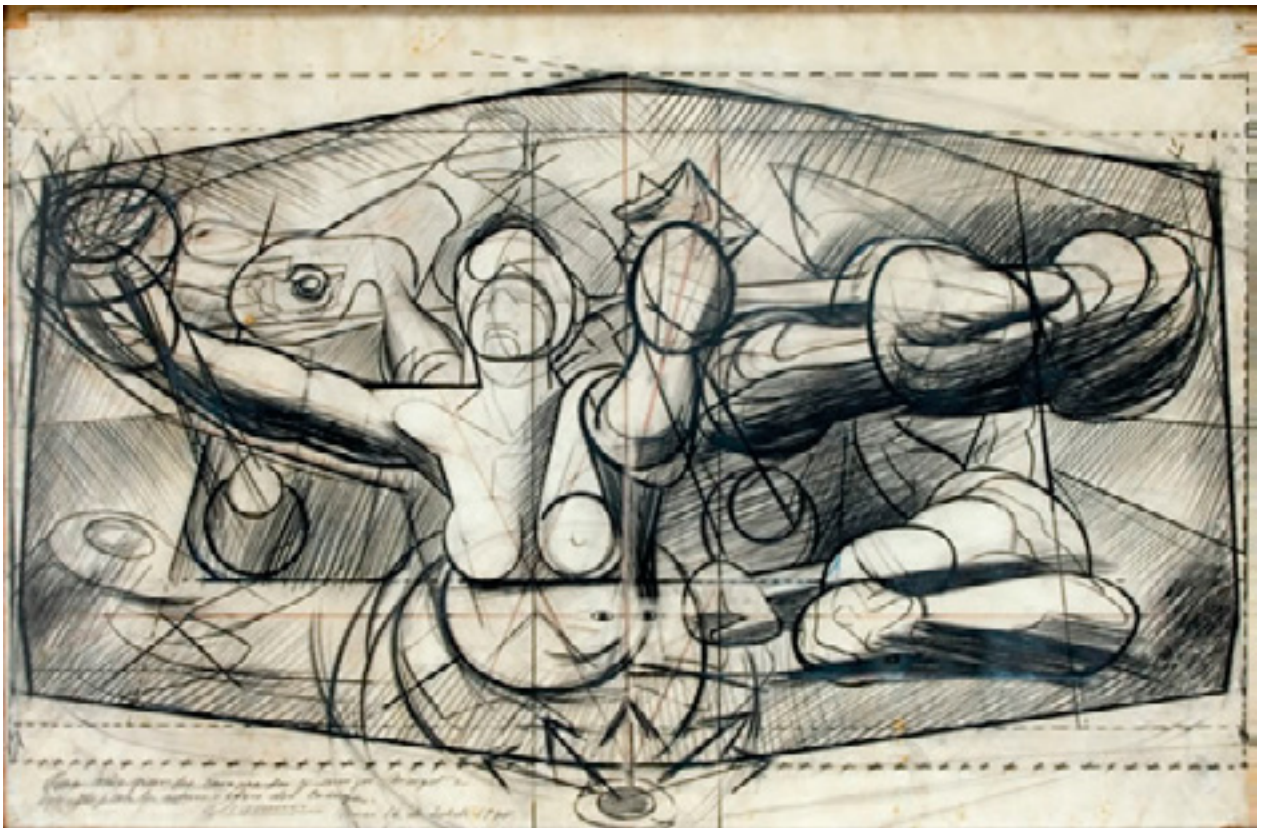


Figura 1.27 "El Rectángulo" Estudio de la deformación visual de las formas geométricas del mural "La nueva democracia". David Alfaro Siqueiros. Acervo Sala de Arte Público Siqueiros / Conaculta / INBA

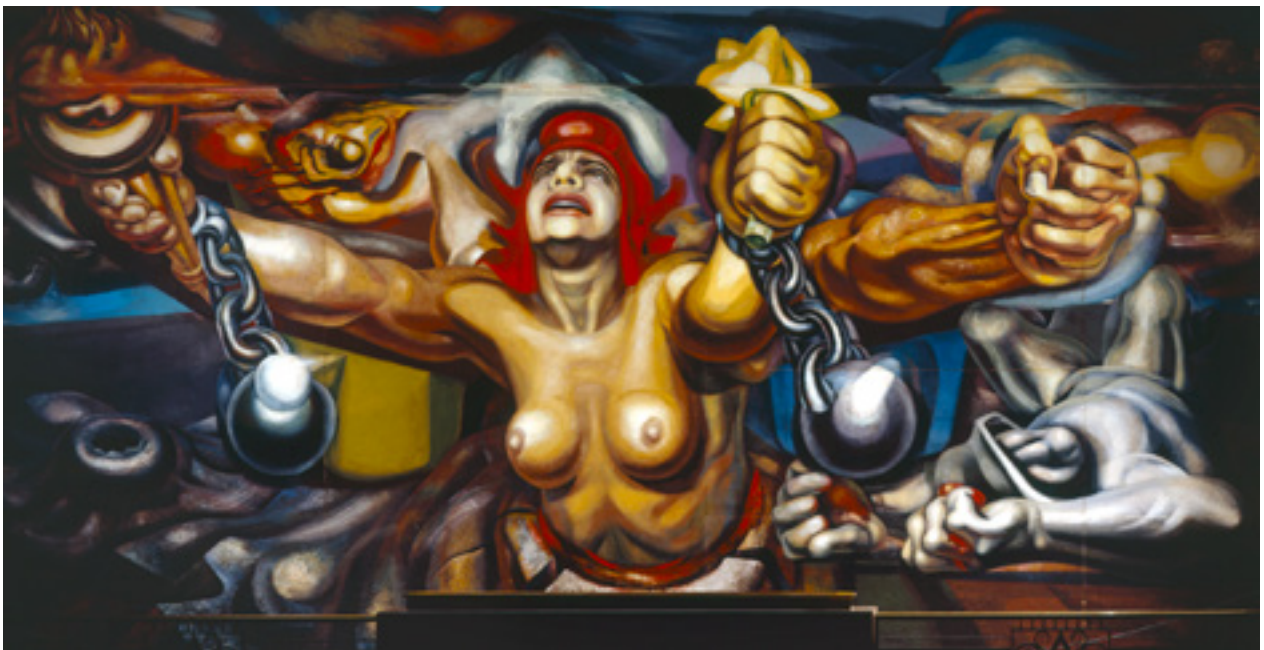


Figura 1.28 Detalle del mural "La nueva democracia" de David Alfaro Siqueiros. Foto: AFMT / Gerardo Vázquez, 2002

tres grandes: Diego Rivera, José Clemente Orozco y David Alfaro Siqueiros y que los trabajos para una catalogación general han sido muy pocos (López, L. 2010, p. 21) dentro de los que destaca la serie de arte mexicano dedicada al muralismo de Frances Toor Studios (1937) y, como un primer intento formal de catalogación, Antonio Rodríguez publica *El hombre en llamas, Historia de la pintura mural en México* (1970) bajo el sello de Thomas and Hudson, obra dividida en la etapa prehispánica, colonial e incluyendo el siglo XIX y la posrevolucionaria. Por la misma época y con las mismas divisiones temporales, Orlando S. Suárez escribe *Inventario del muralismo mexicano*, cabe destacar que su fuente principal de información sobre los artistas y las obras fueron los propios creadores, López Orozco celebra la información contenida pero lamenta la pobreza en las ilustraciones. Otro esfuerzo de registro de murales del siglo anterior, es la publicación de *Los murales de Ciudad Universitaria* coordinado por Cecilia Gutiérrez (2008) IIEs, UNAM, con la participación de varios fotógrafos.

El proyecto EMPRMA, nace con el objetivo de registrar y estudiar los murales, dentro del contexto social, político, económico y cultural en el que fueron creados, para esclarecer sus contenidos antropológicos, estéticos, sociológicos y educativos, así como la trayectoria creativa de los artistas que los produjeron. El registro se llevó a cabo de manera visual a través de fotografías, dibujos y planos, y de manera documental sin discriminación cualitativa de las obras bajo el argumento que cada artista aportó al movimiento. Dentro de los muchos resultados se puede destacar la creación de bases de datos con la información documental, un banco de imágenes fotográficas y la publicación de reciente aparición de la obra *Muralismo mexicano 1920-1940* (2013), el primer tomo de ensayos y los otros dos son un catálogo razonado con 160 obras documentadas.

Varios fotógrafos contemporáneos han capturado imágenes de murales mexicanos por distintas razones, es una actividad muy solicitada por museos y galerías, destacan los trabajos de: Bob Shalwick en los murales del edificio de la Secretaría de Educación Pública; Enrique Franco para la publicación del libro *Pintura mural de México* de Rafael Carrillo (1981); Marco Pacheco para la revista *Arqueología Mexicana*; Javier Hinojosa y Cesar Flores para el Proyecto LPMPEM y Michel Zabé quien registró el Museo de Murales Teotihuacanos, entre muchas otros profesionales.

1.4 La digitalización del patrimonio

Gran parte del registro fotográfico de los bienes culturales del patrimonio mundial que se conserva hasta ahora, se ha hecho en forma analógica, algunas de estas imágenes son el testimonio de obras que probablemente ya no existen o cuyo estado de conservación está actualmente comprometido. A pesar de que es una tendencia global, la digitalización de estos materiales



Figura 1.29 El Arqueólogo William Saturno digitalizando los murales mayas de San Bartolo, Guatemala, con un scanner de cama plana de baja calidad, puesto directamente sobre la obra. Este tipo de malas prácticas se debe a la usurpación de funciones profesionales y por ende al desconocimiento de las técnicas y herramientas de aprehensión de imágenes. Fuente: National Geographic / Kenneth Garrett.

para su conservación, distribución y publicación, es imprescindible la conservación de los materiales originales, ya que las copias o digitalizaciones nunca serán iguales⁶.

Desde hace pocos años, el registro de imágenes y textos se realiza directamente en formato digital, esta tecnología proporciona resultados de alta calidad, pero como en todo cambio de paradigma, las nuevas tecnologías traen consigo el replanteamiento de conceptos e incertidumbres sobre sus ventajas y desventajas, en ocasiones hasta usos inadecuados (fig. 1.29).

La falta de estándares y la rápida obsolescencia de los medios de almacenamiento y formatos digitales, ponen en riesgo los testimonios grabados digitalmente. La preservación de la información es posible, pero más que una posibilidad, es una necesidad y una prioridad cultural de las sociedades, por razones tan válidas como la socialización del conocimiento. Gran parte del patrimonio ya es digital y es prioritario poner en práctica consensos internacionales como los principios y plan de acción de Lund⁷ (eEurope, 2001) e implementar las políticas culturales soportadas en una ya retrasada legislación mexicana para ponerlas en práctica a nivel nacional y regional, junto con programas educativos y compromiso social de las Instituciones y el personal encargado del resguardo del patrimonio cultural para su registro, administración, estandarización, almacenaje, preservación y socialización de los archivos digitales (UNESCO, 2002b).

Sumario

Las obras de pintura mural, tienen una función social, histórica y aportan una gran cantidad de información sobre los pueblos que las crearon. Este patrimonio se está perdiendo debido a causas naturales o por acciones del hombre, por estos motivos la UNESCO, organismos internacionales y algunos países, han propuesto acciones para su reconocimiento, registro y difusión.

⁶ Un texto muy recomendable para la digitalización de archivos, es el tutorial de digitalización de imágenes editado por la Universidad de Cornell (Kenney, 2002). <http://www.library.cornell.edu/preservation/tutorial-spanish/index.html>

⁷ En los principios de Lund se reconoce el valor y la importancia de los contenidos culturales y científicos digitalizados de la Comunidad Europea y los obstáculos que impiden el aprovechamiento íntegro de estos recursos, así como las acciones que permitan superarlas y la adopción de las soluciones para la creación de una infraestructura organizativa y técnica sostenible, además de los acuerdos en materia de producción, calidad, descubrimiento y uso de contenidos.

México posee una gran tradición muralística que ahora forma parte de nuestro patrimonio, desde la época prehispánica hasta los años gloriosos del muralismo mexicano en el siglo XX. Se han realizado varios estudios de diferentes disciplinas sobre las obras de cada época y se han hecho importantes esfuerzos para su inventario, a través del Instituto Nacional de Antropología e Historia, el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura y la Universidad Nacional Autónoma de México, entre otras instituciones gubernamentales, académicas y privadas, uno de los más loables es el que realiza desde hace más de 20 años el proyecto “La pintura mural prehispánica en México” del IIEs de la UNAM, registrando fotográficamente y con una cédula los murales *in situ*, bodegas, museos y colecciones de la República mexicana.

Varios han sido los fotógrafos que han intervenido en esta labor, algunos como personal institucional y otros profesionales independientes, cada uno de ellos han tenido experiencias particulares y resuelto la captura con equipo y de maneras diferentes, en un principio con cámaras analógicas de distintos formatos y posteriormente con equipos digitales. Muchas de las imágenes analógicas se han digitalizado para poderse imprimir, compartir o visualizar en computadoras, algunas son, independientemente de su calidad, el único testigo de obras que han desaparecido, por lo que es importante recuperar la información que contienen a través de un plan de digitalización que contemple el cuidado del material analógico, buenos equipos de digitalización y planes de administración y resguardo a largo plazo, sobre todo para una socialización de la información, sin descartar que una adecuada reproducción de imágenes puede servir tanto para la investigación como para remplazo del objeto original en caso de deterioro o pérdida.

El debate respecto a la tecnología analógica y digital para la aprehensión de imágenes aún continua, es importante llegar a acuerdos y tomar decisiones informadas respecto a las mejores soluciones tecnológicas, metodológicas y administrativas en beneficio -en este caso- del registro fotográfico de las obras murales patrimoniales de México.

En el siguiente capítulo se propondrán las herramientas necesarias y sus características para la aprehensión de imágenes con fines de conservación, estudio y difusión de las obras del patrimonio mural mexicano.

CAPÍTULO 2. PARADIGMAS FOTOGRÁFICOS: ANALÓGICO VS DIGITAL

A finales del siglo XX, comenzó a cambiar la manera de producir imágenes fotográficas hacia la tecnología digital. En el presente capítulo se abordará la transformación de un paradigma a otro y sus implicaciones, como la definición de conceptos, entre ellos el de fotografía. Por lo que partir de varias ideas se ofrece una nueva propuesta para describir el acto de la aprehensión de imágenes. También se comparan las características de cada modelo, a partir de las ideas desarrolladas por Thomas Kuhn en su libro *La estructura de las revoluciones científicas* (2004). El texto se aboca básicamente al mundo científico, a la historia de la ciencia, sin embargo, es permisible aplicar sus ideas a otras áreas del conocimiento y trasladarlas al actual momento histórico de la fotografía, como se podrá observar más adelante, existen similitudes con los procesos de desarrollo y cambio que describe Kuhn.

Thomas Kuhn define paradigma de varias maneras⁸ (Kuhn, T. 2004, pp. 14 y 292): en forma global, como un logro universalmente aceptado que durante algún tiempo suministra modelos de problemas y soluciones a una comunidad de profesionales; como una constelación de creencias, valores, técnicas y demás, compartidos por los miembros de una comunidad; y de manera más particular, como un tipo de elemento de esa constelación, como soluciones concretas usadas como modelos o ejemplos. Los cambios de paradigmas sean históricos, tecnológicos o científicos, conllevan al desarrollo de un vocabulario y habilidades propias, además de un refinamiento de los conceptos utilizados (Kuhn, T. 2004, p. 121), el caso de la tecnología digital frente a los procesos analógicos que le antecedieron en el registro fotográfico de bienes patrimoniales, no es la excepción. La nueva tecnología no sólo ha traído una importante revolución en la manera de generar, distribuir y almacenar imágenes, también en la forma de verlas y en los conceptos que a ellas se refieren, desde el arquetipo de la fotografía, hasta la clasificación de las imágenes en analógicas o digitales según la manera de producirlas y el tipo material resultante.

⁸ Margaret Masterman (1965, p. 162), menciona que Kuhn define el término en por lo menos de 21 modos distintos. Kuhn (2004, p. 302) aclara que ésto se debe a inconsistencias en el lenguaje.

2.1 Revisión del concepto de fotografía

Para el interés de esta investigación y debido a las actuales circunstancias del desarrollo tecnológico en cuanto a la reproducción de imágenes, es decir, al cambio de paradigma, conviene ahondar en el concepto de *fotografía*⁹, por lo que a continuación se presentan y analizan algunas de las definiciones que han intentado englobar las ideas sobre las formas de producción y en menor grado sus usos.

Joseph Nicéphore Niépce fallecido en 1833 y considerado por muchos como el verdadero padre de la fotografía, denominó “heliografías” (dibujos hechos con el sol) a sus primeras imágenes (Pariente, J. 1989), debido a que necesitaba varias horas de exposición y la mejor fuente de iluminación era el sol. También las llamo dibujos fotográficos.

Respecto a la semántica del vocablo, Joan Fontcuberta en su libro *El beso de Judas* escribió el texto abajo citado, aunque un poco confuso, aporta información sobre el origen del vocablo y de la idea que se tenía sobre el naciente proceso tecnológico:

¿Por qué llamamos fotografía a la “fotografía”? Pues porque William Henry Fox Talbot no sabía griego. O, al parecer, no sabía lo suficiente. Por lo menos eso es lo que aventura Vilem Flusser de aquel notable científico británico que acuñó el nombre del nuevo procedimiento el prefijo *foto-* deriva de *fos*, que significa luz, pero hubiese sido más correcto deletrear “faos”. Con ello nos hubiéramos acercado a *faiein* y *fainein*, términos que deberían traducirse como “aparecer” y no como “brillar”, y que han originado palabras como fantasmas, fantasía o fenómenos. Esta lexicografía por extensión se relaciona con espectros, ilusiones y apariciones. “Fotografía”, pues, significa literalmente “escritura aparente” lo cual nos lleva por extensión a una “escritura de las apariencias”.

(Fontcuberta, J. 1997, p. 165).

Alexander y Ferrari (2003), proponen que el término “fotografía”, al parecer, fue acuñado en diciembre de 1840 por John Herschel amigo y asesor de Fox Talbot y no por este último.

Frizot, (2009, p. 21) menciona que el neologismo fotografía jamás fue creado y que no se construyó a partir de raíces griegas de manera deliberada. En lo que parece fue un intercambio epistolar entre Daguerre y Niépce, se enlistan algunos conceptos para ser tomados en cuenta, y que combinados, dieran nombre a la nueva invención, las propuestas contienen las siguientes ideas:

⁹ No se explicarán muchos otros términos por no ser imprescindibles para el entendimiento de esta investigación o por ser de uso común con un significado conocido. Ludwig Wittgenstein decía que para utilizar algunos términos de manera inequívoca y sin provocar discusiones, éstos se han de conocer de manera consciente e intuitiva y saber algunas de sus características que los diferencian y los hacen particulares. (Kuhn, T. 2004, pp. 92-93)

inscripción de la naturaleza misma (y de la naturaleza en sí misma), la idea de la verdad de la naturaleza y de imagen o huella. Aunque fotografía se comienza a utilizar alrededor de 1839, se vuelve un término genérico, que a veces incluye al daguerrotipo y otras sólo se emplea para el método sobre papel de Talbot. Desde 1850 se usa de manera general para el conjunto de procesos con negativo siendo necesario precisar el procedimiento técnico (Frizot, M. 2009, p. 84).

Becquer Casaballe (2008), en un artículo titulado *Fotografía, un malentendido semántico*, menciona que ya se había utilizado el término con anterioridad:

En el Brasil, Hércules Florence, un farmacéutico que llegó a imprimir etiquetas empleando sustancias sensibles utilizó la palabra *photographie* en 1835 para definir el procedimiento descubierto por Thomas Wedwood en 1802 que él estaba ensayando, basado en sensibilizar papeles con sales de plata. Los experimentos de Florence son una curiosidad de la historia y, si bien no hizo grandes aportes que se proyectaran en el tiempo, ni llegó a producir imágenes con la cámara oscura, al menos le cabe el mérito de haber usado por primera vez el término *photographie*

(Casaballe, B. 2008).

El diccionario¹⁰ de la lengua española de la Real Academia en su versión en línea, la que no varió de 2008 a 2010, define fotografía de la siguiente manera:

Fotografía. (De *foto-* y *-grafía*).

1. f. Arte de fijar y reproducir por medio de reacciones químicas, en superficies convenientemente preparadas, las imágenes recogidas en el fondo de una cámara oscura.
2. f. Estampa obtenida por medio de este arte.
3. f. Taller en que se ejerce este arte.
4. f. Representación o descripción que por su exactitud se asemeja a la fotografía.

Si atendemos a la primera de las anteriores definiciones, el proceso de captar imágenes fotográficas sólo podía ser por medio de reacciones químicas, de manera que la producción de imágenes con cámaras digitales quedaría excluida de esta descripción. No así las imágenes obtenidas de ellas o por otro medio, las impresas mediante algún sistema sea químico, mecánico o de otro tipo, o las presentadas por cualquier medio electrónico que parezcan fotografías “tradicionales”, puesto que la última definición válida a todas las imágenes que se asemejen a una fotografía. Esta definición seguramente se modificará en los años por venir.

¹⁰ Las lenguas cambian de continuo, y lo hacen de modo especial en su componente léxico. Por ello los diccionarios nunca están terminados: son una obra viva que se esfuerza en reflejar la evolución registrando nuevas formas y atendiendo a las mutaciones de significado (Real Academia Española, 2006). Se aclara no porque se dude que la definición de fotografía haya sido adecuada durante algún tiempo, ahora parece atrasada al contemplar sólo la parte química y no mencionar la tecnología digital.

Y ya que menciona que es una palabra compuesta, la *Real Academia Española* (2008) define así a cada uno de sus elementos por separado:

foto -. (Del gr. **φωτο-**, de la raíz de **φῶς, φωτός**, luz).

1. elem. compos. Significa 'luz'. *Fotografado, fotobiología*.

-grafía. (Del gr. **-γραφία**, de la raíz de **γράφειν**, escribir).

1. elem. compos. Significa 'descripción', 'tratado', 'escritura' o 'representación gráfica'.

Monografía, mecanografía.

La definición vulgar de la palabra “fotografía” es “escribir, dibujar o pintar con luz”, éstos son más enunciados poéticos que descripciones correctas o concretas, que bien podrían aplicarse a los dibujos hechos con la cámara oscura¹¹ (fig. 2.1), lo que se pretende con la fotografía es imprimir o acaso representar parte de una realidad, puesto que no se escribe con algún signo o código gráfico la imagen, ni se crea por la acción de dibujar. Escribir y dibujar son procesos secuenciales y de interacción, lo que se escribe o dibuja depende de lo que se escribió o dibujó, o determina lo que se escribirá o dibujará (Costa, J. 1991, p. 36). No así la fotografía donde los elementos lumínicos no necesariamente deben grabarse en secuencia o depender unos de otros. En todo caso, y atendiendo a las otras definiciones que se ofrecen, es más correcto decir “representación gráfica de la luz”, aunque sigue siendo una definición deficiente.

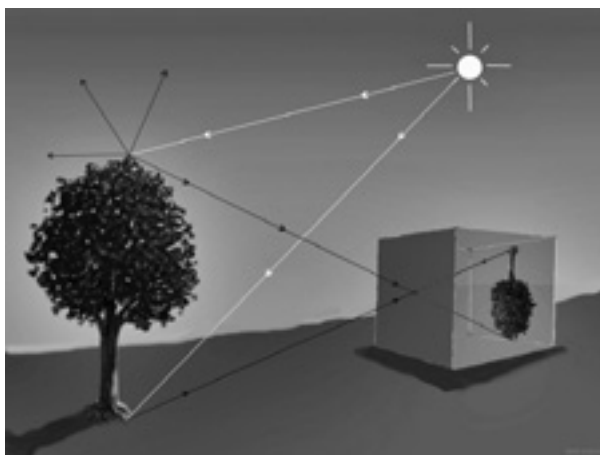


Figura 2.1 Algunos rayos de una fuente de iluminación son reflejados por un objeto hacia un orificio que los organiza y permite que se reflejen en la parte posterior de una cámara oscura. Ilustración: Matt Gatton, 2012.

Doifel Videla (s.f.) también se ha cuestionado el término y subraya la parte **óptica** del proceso, pues si la luz no está organizada no origina imágenes (o por lo menos no nítidas), por ello propone que sería mejor llamarla fotóptica, que querría decir “luz organizada ópticamente”, y la describe como un **registro** que puede ser manual, químico o electrónico de una imagen proyectada, incluyendo entonces las imágenes hechas con cámaras digitales¹².

En 1859 el poeta y crítico de arte Charles Baudelaire escribió sobre la fotografía y sus funciones de la siguiente manera:

¹¹ La evolución de ésta cámara derivó en un pequeño cajón con un lente en uno de sus lados por donde entra el reflejo lumínico de los objetos que se encuentran enfrente y que son proyectados al otro extremo, en una superficie traslúcida donde podían ser dibujados. Dibujar con luz, en realidad ese era el uso de estos objetos, y por ello el significado del nombre etimológico griego de la palabra fotografía: *Fotos*: luz; y *Grafein*, dibujar (El Universo, 2005).

¹² Se destacan las palabras en negritas por considerarse claves para el entendimiento del objeto de estudio.

La sirvienta de las ciencias y las artes... Si se permite a la fotografía sustituir al arte en algunas de sus funciones, pronto lo habrá suplantado o corrompido enteramente, gracias al aliado natural que encontrará en la estupidez de las masas... Si se le permite invadir el dominio de lo impalpable y de lo imaginario, de todo aquello que no vale más que por lo que el hombre añade de su alma, entonces, ¡pobres de nosotros!

(Suárez, H. 2006)

Las anteriores expresiones de Baudelaire (fig. 2.2) acerca de la fotografía son muy conocidas, pero como toda historia tiene varias versiones, es pertinente contrastarla con lo expresado por el documentalista fotográfico Félix del Valle:

...a su verdadero deber, que consiste en ser la sirvienta de las ciencias y de las artes... Que enriquezca rápidamente el álbum del viajero y de a sus ojos la precisión que faltaría a su memoria; que adorne la biblioteca del naturalista, exagere los animales microscópicos, hasta que fortifique con algunos informes las hipótesis del astrónomo; que sea en fin secretaria y libro de notas de quien tenga necesidad en su profesión de una absoluta exactitud material... que salve del olvido las carcomidas ruinas, los libros, las estampas y los manuscritos que devora el tiempo, las cosas preciosas cuya forma va a desaparecer y que reclaman un lugar en los archivos de nuestra memoria...

(Del Valle, F. 2002)



Figura 2.2 Charles Pierre Baudelaire, (1821 - 1867). Poeta y crítico de arte. No estaba en contra de la fotografía como erróneamente se ha pensado, creía que debía ser utilizada como ayuda de la memoria o para trabajos científicos mas que artísticos. Foto: Etienne Carjat, ca. 1863. Metropolitan Museum of Art.

Como se puede ver, seleccionar una parte del todo sesga la realidad. Baudelaire no despreciaba a la fotografía como comúnmente se argumenta, consideraba que debía ser un documento de trabajo, de registro más que un objeto artístico.

Joan Costa (1991, pp. 33 y 42) define a la fotografía como “una impresión icónica con luz... Es una **impresión** porque su procedimiento es el de la transferencia, estampación o marcaje; e **icónica** porque toda imagen fotográfica es en cierto grado análoga a lo que representa”, dice que “La propiedad específica de la fotografía es la de **transferir** -sobre un soporte físico durable- impresiones ópticas de la realidad en forma de imágenes obtenidas por medio del principio de la cámara oscura, a través de la acción de la luz que incide sobre una superficie sensibilizada: la placa o la película”.

Para el tiempo en que se escribió la anterior definición, no importaban ciertas sutilezas en el lenguaje, como “superficie sensibilizada”, que entonces no hubiera cambiado de manera importante el significado de haber dicho “superficie sensible” y como no se conocía un procedimiento diferente al de fijar imágenes sobre materiales sensibilizados como película o papel, era lógico que la mayoría de las definiciones de esos tiempos los incluyeran como una característica particular, e igualmente la mención al soporte físico que en ese momento no se pensaba en otro medio para grabar las imágenes. Hoy los sensores digitales están hechos de silicio, material sensible a la luz, no sensibilizado (Moran, I. 2005). De manera estricta las imágenes digitales quedan fuera de la denominación de fotografía con la anterior definición.

En su libro *El imaginario fotográfico*, Michel Frizot (2009, pp. 21-24) expone un interesante análisis del concepto y los pensamientos sobre la fotografía, desde el pensamiento de sus creadores hasta las implicaciones tecnológicas y sociales. Menciona que el conjunto de ideas alrededor del concepto obedecen al “régimen fotográfico” apoyado en el sistema técnico. De manera general describe a la fotografía como una técnica o proceso relativamente acotado y unificado en torno a un mismo principio general: una toma realizada con una **cámara oscura**, mediante la acción de la luz sobre una **superficie sensible**, cuyo resultado es una imagen latente... En sus varias definiciones incluye a la fotografía digital dentro de estos procedimientos, resaltando el hecho del **registro de cantidades luminosas**.

Una buena parte de las definiciones que se agregan a los diccionarios, primero pasan por un proceso social que va definiendo el significado con el uso, por este motivo y sin creer necesariamente en ella, se presenta la definición hecha por la comunidad cibernética que colabora en la realización de la enciclopedia “Wikipedia” (2010) por poseer probablemente la versión más trabajada por el vulgo, donde se expresan las ideas que tiene la gente, sean o no certeras o documentadas. La primera corresponde a la versión en español y la segunda al inglés, seguida de su correspondiente traducción libre, es importante mencionar que regularmente son hechas por personas de grupos culturales diferentes que comparten el mismo idioma y que no necesariamente son especialistas en el tema¹³, ambas versiones mencionan el proceso digital como parte de la fotografía:

¹³ Para crear o modificar una definición en el sitio de Wikipedia <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada> basta seguir algunos pasos que ahí

La **fotografía** es el proceso de capturar imágenes y almacenarlas en un medio de material sensible a la luz, basado en el principio de la cámara oscura, con la cual se consigue proyectar una imagen captada por un pequeño agujero sobre una superficie, de tal forma que el tamaño de la imagen queda reducido y aumentada su nitidez. Para almacenar esta imagen, las cámaras fotográficas utilizaban hasta hace algunos años exclusivamente la película sensible, mientras que en la actualidad se emplean, casi siempre, sensores CCD y CMOS y memorias digitales; es la nueva fotografía digital.

Photography is the process, activity and art of creating still or moving pictures by recording radiation on a sensitive medium, such as a photographic film, or an electronic sensor. Light patterns reflected or emitted from objects activate a sensitive chemical or electronic sensor during a timed exposure, usually through a photographic lens in a device known as a camera that also stores the resulting information chemically or electronically.

Traducción libre (del autor):

La fotografía es el proceso, actividad y arte de la creación de imágenes fijas o en movimiento mediante el registro de la radiación en un medio sensible, como una película fotográfica o un sensor electrónico. Los patrones de luz reflejada o emitida por objetos, activan químicos sensibles o un sensor electrónico durante una exposición programada, generalmente a través de una lente fotográfica en un dispositivo conocido como una cámara que también almacena la información resultante química o electrónicamente.

La versión en español de Wikipedia es muy deficiente, dice que la técnica fotográfica “graba imágenes sobre un medio de material sensible a la luz”, los sensores son la parte sensible a la luz de las cámaras digitales, pero en ellos no se graba, se hace en memorias o chips, tampoco se “almacena” en película sensible, además la reducción de la imagen que menciona, es contraria a lo que se hace con la fotografía microscópica. Esta definición como el artículo completo sobre el tema, está controlado por un usuario y es quien decide si acepta o no cambios sugeridos por otros participantes lo que obstaculiza su enriquecimiento y probables mejoras. La versión en inglés está más actualizada y completa, se subraya que la luz reflejada o emitida por objetos es lo que se graba y menciona de igual modo al proceso analógico como el digital.

El subcomité de tecnología del programa memoria del mundo de la UNESCO (2005), dice que “las técnicas fotográficas son los procesos utilizados para obtener imágenes sobre una superficie sensible a la luz.” Por consiguiente, también se aplica para las imágenes tomadas con

mismo se indican y realizar la operación, se menciona que antes de que aparezca en línea ésta es revisada por alguna persona “docta” en el tema.

cámaras digitales. “Sin embargo, como la fotografía digital no emplea placas ni películas, poco o nada tiene en común con las técnicas tradicionales. Se trata de un procedimiento electrónico con el que se obtienen archivos de imágenes en formato numérico”.

2.1.1 Propuesta para una nueva definición de “fotografía”

Aunque Vilem Flusser (Fontcuberta, J. 1997, p. 165) pudiera tener razón al decir que etimológicamente el término *fotografía* no está bien empleado, que Videla (2006) proponga uno que a su parecer es mejor y que existan muchas definiciones que involucran necesariamente el proceso químico; *fotografía* es una palabra de uso generalizado para nombrar imágenes con ciertas características visuales que se asemejen a una “fotografía tradicional”, que sobretodo parezcan una copia de una parte de la realidad visual. Las definiciones presentadas se pueden complementar entre sí y aunque difieren en algunos de sus elementos, todas resaltan la idea de grabar, registrar, imprimir o transferir imágenes reflejadas como premisa principal. Parece ser éste el concepto central de la fotografía.

Los métodos, mecanismos y materiales han variado a lo largo de su historia pero la idea de “grabar” imágenes siempre ha sido la misma (Meyer, P. 2004). Es más viable redefinir el concepto de fotografía a partir de sus orígenes y mecanismos de producción, usos y costumbres, a cambiar el vocablo. En estos días las personas siguen llamando a las imágenes hechas con cámaras analógicas o digitales, *fotografías*, así como a las tomadas con teléfonos celulares, a las mostradas en monitores o impresas, en revistas, periódicos o anuncios, es decir a todo lo que se parezca a una fotografía.

A partir de las ideas expuestas, se conjuntan los elementos que expresan de manera más completa, clara y actualizada el concepto de *fotografía* y se propone la siguiente definición:

La fotografía es el registro, grabación, impresión o transferencia de imágenes de objetos que reflejan o emiten luz, por medio de una cámara que organiza las ondas lumínicas incidentes hacia una superficie fotosensible.

Joan Fontcuberta (1990, p. 21) menciona que especificar el alcance de un concepto amplio como el de la fotografía, en cierto modo implica su limitación y ofrece dos formas importantes para su análisis: a través de los instrumentos y materiales con los que se crea la imagen como génesis tecnológico y otro por la funcionalidad de las imágenes fotográficas.

La imagen fotográfica sirve para diferentes fines: recuerdo familiar, objeto artístico, documento histórico o científico, entre otros usos; sea digital o analógica; hecha con cámara de madera, plástico o titanio; en metal, cristal, acetato o en formato digital. Se ha modificado la herramienta de producción y cambiado el soporte de la imagen, no el concepto general, ni el uso.

2.2 La fotografía analógica¹⁴

Al conjunto de procesos fotográficos que se han utilizado hasta antes de la aparición de las cámaras digitales se les han llamado de diferentes maneras:

- **De carrete**, por utilizar este sistema para embobinar las películas en los formatos 135 y 120, pero no se usa en los formatos grandes 4 x 5, 5 x 7 y 8 x 10 y en la historia de la fotografía no siempre se ha utilizado, así que no es representativo.
- **Fotografía tradicional**, por haber sido el sistema que se ha empleado a lo largo de varias décadas, pero este término quedará en desuso en los años por venir, ya que lo tradicional será lo digital.
- **Fotografía química**, gracias al proceso por el que la imagen es fijada, revelada e impresa en los distintos materiales a través de un conjunto de reacciones químicas.
- **Fotografía analógica**, porque mediante variables continuas (análogas), se representan las magnitudes lumínicas también continuas.
- **Fotografía argéntica**, por el uso de plata como material sensible en la mayoría de los procesos fotográficos.

Se considera más adecuado llamarla fotografía argéntica o químico-analógica, por lo que en lo sucesivo se utilizará este último término.

A continuación se mencionan algunas características de la fotografía químico-analógica:

- La mayoría de los procesos utilizan como material sensible la plata.
- Los tonos de las imágenes se van degradando de manera continua.
- El costo de las cámaras fotográficas es inferior al de los equipos digitales, pero aumenta al incluir el monto de las películas y los revelados.
- La película fotográfica se estandarizó en los tamaños: 35 mm, 120, 4 x 5", 5 x 7", 8 x 10", con la calidad de las marcas como: Kodak, Ilford, Agfa o Fuji.
- Las películas y papeles fotográficos son objetos físicos que se pueden tocar y ver.
- La capacidad de registro de la película está determinada por el tamaño y la forma de los haluros o sales de plata, que son los elementos que capturan la imagen.
- Las películas profesionales tienen un alto grado de calidad en cuanto a la resolución y la respuesta cromática. (Perea, J. 2001). En película de color de alta resolución se puede esperar una capacidad resolutive máxima de 80 líneas pares, mientras que para película blanco y negro, se pueden registrar resoluciones superiores a 100 pares por milímetro (García, E. 2005, p. 21).
- Hay que esperar el proceso de revelado para poder observar los resultados finales.

¹⁴ Partes de este texto acerca de lo digital y lo analógico, son producto de algunas conversaciones con Fernando Osorio Alarcón y Jesús Galindo Trejo.

- Las copias que se obtienen de una fotografía análoga no son de la misma calidad que el original. En este tipo de foto existe un original único (la película en la mayoría de los casos), las demás son copias de menor calidad.
- Las imágenes análogas son susceptibles de ser editadas, para ello se necesitan amplios conocimientos y habilidades técnicas si se quiere lograr un buen trabajo.
- Las imágenes análogas deben ser digitalizadas para usarlas en muchos de los procesos actuales: acceso, impresión, difusión, copiado, edición, difusión y estudio.
- Las películas y papeles fotográficos se pueden conservar en buen estado con condiciones adecuadas de temperatura y humedad por varias décadas.

2.3 La fotografía digital

Las ondas lumínicas que llegan a un sensor digital de una cámara o respaldo son transformadas a impulsos eléctricos y de ahí convertidas en código binario (ceros y unos), éstas son almacenadas en un archivo digital¹⁵, a las imágenes de este tipo se les llama electrónicas o digitales, también se les conoce como *imágenes de síntesis* (Quéau, P. 1995, p. 32) un nombre menos difundido.

A continuación se mencionan las características de la fotografía digital:

- Las imágenes digitales no existen físicamente, derivan de un código binario intangible que necesita de equipo electrónico especial para su visualización.
- La unidad mínima de las imágenes digitales es el píxel, que varía en forma escalonada produciendo la sensación de continuidad, no contienen “granos”, por ello se observan más limpias y pueden lograrse ampliaciones mayores que las imágenes análogas que han sido digitalizadas.
- El alto costo de las cámaras digitales se compensa si el equipo es utilizado constantemente. Por el contrario, la incesante actualización de programas y equipo hacen que esta pequeña amortización desaparezca.
- La resolución máxima teórica de los sensores digitales se encuentra entre las 70 y 90 líneas pares por milímetro, pero algunos alcanzan las 120.
- Los tres tipos de sensores que se utilizan en las cámaras y respaldos digitales son CCD, CMOS y Scanning Back¹⁶.
- Las imágenes digitales son mucho más “plásticas” que las análogas y por lo tanto se pueden editar o transformar de una manera más sencilla.

¹⁵ Los archivos digitales son la codificación de una imagen en un sistema binario y no la imagen en sí misma.

¹⁶ CCD (Charged Couple Device o dispositivo acoplado de carga), CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor o semiconductor complementario de óxido de metal), ambos son sistemas de captura gracias a sus superficies sensibles. El Scanning Back, funciona a través de un sensor que barre de manera similar a los escaners de cama plana.

- Los formatos estándar de imágenes digitales: RAW, Tiff y JPEG, difieren dependiendo de la marca del dispositivo o del programa que los grabe y aún no se puede asegurar que continúen y puedan ser leídos en los siguientes años.
- Con las cámaras digitales, es posible observar el resultado del acto fotográfico al instante, mediante pantallas integradas en las cámaras o monitores de computadora, que permiten detectar errores en el momento mismo de la toma.
- Las imágenes electrónicas al ser formadas por pequeños elementos bien definidos y codificados matemáticamente, pueden ser perfectamente reproducidas para obtener una imagen de la misma calidad y características.
- Actualmente se emplean las imágenes digitales en la mayor parte de los procesos: impresiones de distintos tipos y acceso por medios electrónicos, también se utilizan para estudio, difusión y en la enseñanza.
- Las imágenes digitales se graban en la memoria interna de las cámaras o en tarjetas externas.
- Las archivos digitales “probablemente” se conserven bien por un periodo largo de tiempo, sólo si existe una adecuada administración que contemple la migración del soporte y de los formatos de imagen.

2.4 Convergencias y divergencias entre la fotografía analógica y la digital

En cuestiones fotográficas ambas tecnologías han perseguido el mismo fin, el de la aprehensión de imágenes. La principal diferencia es la tecnología que se usa para “grabar” (fig. 2.3), por ello, y de acuerdo a lo arriba escrito, es posible compararlas en los siguientes puntos:

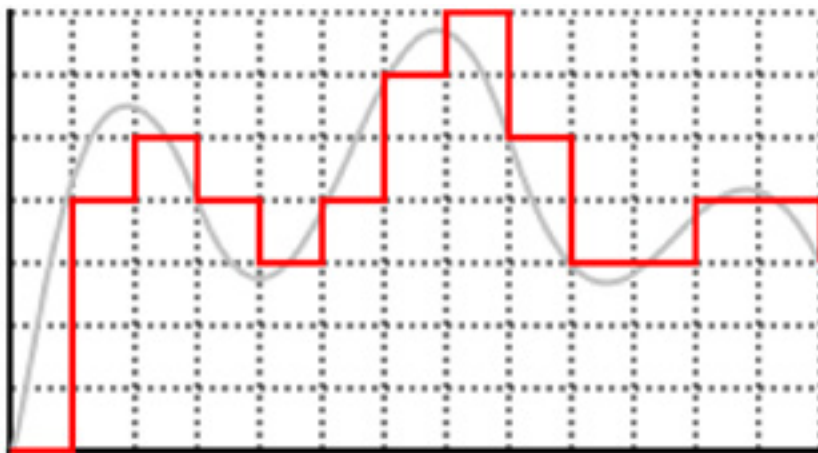


Figura 2.3 Lo analógico graba en forma continua, progresiva con gradaciones, lo digital de manera discontinua, discreta. Ilustración: Jilani, 2010.

- **Calidad.** En principio las imágenes análogas originales del mismo tamaño que una digital, tendrían mejor calidad, porque contiene un número “infinito” de elementos que las componen, al contrario del número finito de la digital¹⁷. Sin embargo, al igual que el desarrollo en la calidad de los haluros de plata, los píxeles sensibles a la luz de los sensores digitales han evolucionando en tamaño y recepción de las ondas luminosas hasta superar en calidad a los equipos analógicos.
- **Costos.** Parecería que con el uso constante de las cámaras digitales el costo se amortizaría con el ahorro en la compra de película y revelados. Este supuesto ahorro desaparece al comprar y actualizar los equipos y programas necesarios para la edición y administración de las imágenes, pero ciertamente las fotografías analógicas también requieren de un proceso de catalogación, administración, almacenaje, conservación y probable digitalización que aumenta su costo considerablemente.
- **Estándares.** Hasta hace algunos años, existía certidumbre sobre los estándares en cuanto a tamaños y calidad de los materiales análogos (Perea, J. 2001). Del lado digital, algunos formatos y materiales dominan el mercado actual, pero aún no se tiene la certidumbre que éstos durarán por varios años más.
- **Resolución.** Los negativos en blanco y negro alcanzan una calidad de resolución de 120 y en color hasta 90 líneas pares por milímetro, los sensores digitales entre 70 y 90 en la mayoría de los equipos y hasta 120 en los de gama superior,
- **Conservación.** Si bien ya existen algunos estudios en cuanto a la duración de tintas, pigmentos, papeles y medios de almacenamiento para las imágenes digitales¹⁸, la fotografía analógica cuenta con un número mayor de pruebas, que además han sido comprobadas por los usuarios a través del tiempo y no sólo en laboratorios.
- **Solución de problemas.** Las necesidades de acceso por sistemas electrónicos, impresión en distintos materiales, reproducción y facilidad de manipulación, son cualidades de las imágenes digitales. Las análogas necesitan ser digitalizadas para acceder a la mayoría de estos procesos y el resultado será de menor calidad¹⁹.

¹⁷ Lo mismo sucede con las grabaciones sonoras, las analógicas recogen en forma constante y gradual el sonido y las digitales sólo algunos elementos, aprovechando la característica de algunos sentidos para completar los espacios faltantes en los estímulos sensoriales.

¹⁸ Jürgens, Martin (2009). *The Digital Print: Identification and Preservation*. J. Paul Getty, California. EE.UU.

¹⁹ A decir de Fernando Osorio (s.f.a), las imágenes químico-analógicas provenientes de un original formado por plata metálica o por colorantes sobre gelatina que son digitalizadas, llevan en su propia esencia una limitante, puesto que la transformación de éstas a píxeles, proviene de las líneas por milímetro, dada por la formulación de la emulsión y la calidad densitométrica de la imagen analógica, además de las restricciones de resolución propias del escaner. Ambas limitantes determinan la calidad del archivo digitalizado.

2.5 Cambio de paradigma: crisis y desarrollo

Los periodos de cambio, regularmente se ven invadidos por periodos de inseguridad, incertidumbre y equivocaciones, debido a la desconfianza, a la pérdida o cambio de algunas reglas, de soluciones y de modelos o maneras de hacer las cosas (Kuhn, T. 2004, p. 126). Posterior a la actual explosión digital y a la crisis del cambio, se debe llegar a un momento de equilibrio. Aplicando las ideas de Thomas Kuhn, vivimos en un cambio de paradigma fotográfico, al que le seguirá un estadio de normalidad²⁰, provocado por la estabilidad en la calidad de los productos, facilidad de uso, implementación de estándares, menor demanda del mercado, estudios, debates y como consecuencia la aceptación de la nueva tecnología.

Hasta hace algunos años se vivía en un periodo de normalidad tecnológica, las fotografías eran químico-analógicas: películas, químicos y papel, donde sólo se adecuaban algunos procesos, materiales fotoquímicos y se hacían ciertas actualizaciones a los equipos, sin darse un cambio significativo en la manera de grabar o producir imágenes, dando solución a los problemas y necesidades con un alto grado de calidad y estandarización. (Perea, J. 2001). La rapidez con la que hoy se consumen imágenes, determina que la tecnología digital sea más apta para responder a las necesidades de acceso, reproducción, manipulación e impresión.



Figura 2.4 Del lado izquierdo cámara analógica Leica analógica M4, 1967, a la derecha, cámara digital Nikon D800e, 2012. Fotografías: Ricardo Alvarado Tapia, 2012.

²⁰ Se emplea “normalidad” como el estadio durante el cual un paradigma ha sido aceptado, reconocido y es desarrollado con el objeto de refinarlo, extenderlo y articularlo por una comunidad, cumpliendo así con algunas expectativas”, Kuhn (2004, pp. 30, 37, 38, 58 y 210) lo define como ciencia normal y Lakatos lo designa como “programa de investigación progresivo” (Chambers, A. 2003, p. 128).

Sumario

La fotografía analógica después de varias décadas de avances tecnológicos en los que se sucedió un proceso tras otro, llegó a un momento de estabilidad con equipos, películas, químicos y papeles que cumplían las expectativas de los consumidores. La economía de mercado pretende hacer creer que los objetos nuevos son mejores que los anteriores, la nueva tecnología digital parece solucionar algunos problemas que no resolvía la fotografía analógica y promete muchas ventajas más²¹, pero es probable que en el futuro no se cumplan todas las expectativas²², al utilizar la tecnología de punta, pueden no obtenerse los resultados esperados, en la forma, el tiempo y con los recursos planeados ya sea por ignorancia, por las prolongadas curvas de aprendizaje o la falta de información general en los nuevos equipos²³.

Las ideas de Thomas Kuhn ayudan a entender este cambio de paradigma. En esta etapa de confusión, desconfianza, cambio en las maneras de hacer las cosas y redefinición de conceptos, la opinión y la aplicación eficiente de las nuevas tecnologías debe ser determinada por la reflexión, la experiencia y el análisis basado en la información, y si es necesario por la experimentación y la comparación.

El concepto de “fotografía” de origen parece no haber sido correcto, se ha puesto en tela de juicio argumentando que en la fotografía analógica intervienen procesos químicos y en la digital no. Al entender los principios de la cámara fotográfica en donde, por una parte, se organizan las ondas lumínicas y, por la otra, son registradas por una superficie sensible a la luz y comprender que los usos y el concepto general han sido similares, se puede concluir que se trata del mismo fenómeno y que la digitalización es un paso en la evolución de los procesos fotográficos.

La nueva tecnología digital al ser novedosa, activa el consumo de los productos fotográficos y parece ofrecer varias ventajas sobre su predecesora, una de ellas es el precio, que de principio parece ser menor al poder realizar varias tomas con aparentemente el mismo costo, sin tomar en cuenta la inversión en equipos de cómputo y programas que se tienen que comprar para su edición y almacenamiento, otra es la facilidad para realizar tomas fotográficas y que éstas salgan “bien”, pero, sin duda, la mayor ventaja es que permite el acceso a través de medios electrónicos como no es posible para la analógica sin pasar por un proceso de digitalización.

²¹ El cambio de un paradigma a otro, normalmente no se da en forma gradual, ni paso a paso, probablemente el mejor argumento para lograr esta transición sea que el nuevo es capaz de resolver de manera eficiente algunos de los problemas que el anterior no podía y que tal vez desencadenaron una crisis, (Kuhn, T. 2004, pp. 253, 256, 261 y 265). “El éxito de un paradigma en sus momentos iniciales consiste en gran medida en una promesa de éxitos detectable en ejemplos seleccionados y aún incompletos” (Kuhn, T. 2004, p. 58).

²² Para ser aceptado, un paradigma debe parecer mejor que sus competidores, pero no tiene porque explicar o resolver todos los problemas o cuestionamientos y de hecho casi nunca lo hace (Kuhn, T. 2004, p. 49).

²³ La Camera and Imaging Products Association con sede en Japón, ha elaborado un documento llamado “Guideline for Noting Digital Camera Specifications in Catalogs” (CIPA DCG-001) que tiene como propósito estandarizar la representación de las especificaciones en catálogos o materiales impresos para proveer información precisa a los compradores acerca del producto y ayudarlos a la selección, compra y uso del mismo.

Otras diferencias entre una y otra tecnología se dan respecto a la calidad de imagen, la certidumbre en los estándares, la resolución que pueden alcanzar y los problemas particulares de conservación, entre otros.

En los últimos años, la tecnología digital ha avanzado en las prestaciones de las cámaras, en la resolución de los sensores y de los objetivos fotográficos, y permite tener un mayor control de los elementos que intervienen en el registro de la imagen, por lo que es posible obtener una mejor calidad de imagen. Por otro lado, los equipos y programas para su procesamiento se han abaratado al igual que los medios de almacenamiento y se ha mejorado la calidad de impresión, del mismo modo aumentó la velocidad y ancho de banda de las redes de comunicación, por lo que es más conveniente para efectos de registro del patrimonio mural mexicano.

En el siguiente capítulo, se analizarán las características de los equipos fotográficos digitales recomendables para la óptima aprehensión de murales patrimoniales, su funcionamiento, virtudes y defectos, y se darán, una serie de sugerencias sobre las particularidades de cada una de las herramientas necesarias, también se abordará el tema de la reproducción en secuencia y las opciones que hay para ello.

CAPÍTULO 3. EQUIPO FOTOGRÁFICO PARA LA ÓPTIMA APREHENSIÓN DE MURALES PATRIMONIALES

El óptimo registro fotográfico de murales patrimoniales se puede hacer con equipo analógico o digital, hasta hace algunos años la aprehensión de imágenes se hacía en películas de celulosa. Ahora, la tecnología digital ofrece mayores ventajas en cuanto al control de la toma, la calidad de la imagen, la edición y la imperiosa necesidad de contar con un archivo que se pueda copiar, distribuir y administrar con mayor facilidad y ventajas que un analógico.

Como ya se ha mencionado, todavía no se ha llegado a la etapa de “normalización”, no hay una buena relación precio-producto-obsolescencia, ni una larga vida útil como se podía encontrar en los equipos análogos, además de que las nuevas herramientas aún son complicadas de manejar lo que requiere de la prolongada y constante curva de aprendizaje, en el mismo sentido con las nuevas versiones de hardware y software es preciso actualizar constantemente los conocimientos.

Enfrentarse a la continua obsolescencia del equipo (digital) se convierte en una nueva fuente de irritación y frustración, sin embargo, no puede negarse que uno también se beneficia enormemente de las mejoras que se obtienen y que a menudo están a un precio mucho menor del ofrecido con anterioridad y esto nos da más opciones creativas, lo que a fin de cuentas es la razón por la que todas estas herramientas son creadas y puestas a la venta.

(Meyer, P. 2005).

Por los motivos anteriores, se realizó una investigación para determinar el equipo fotográfico adecuado y sus características, con el fin de lograr una óptima aprehensión de murales patrimoniales. A continuación se presentan los resultados que independientemente del momento tecnológico, pretenden ser una guía en función del objetivo que se persigue.

3.1 Cámaras y respaldos digitales

Las cámaras fotográficas se pueden dividir por su forma, tamaño de la película o sensor, sistema de visión, tipo de tecnología o por su resolución, entre otras propiedades. Para el caso que nos ocupa, se consideran de manera general los formatos: 35 mm o pequeño, 120 o medio y 4 x 5" o gran formato y los similares en tecnología digital, no se abordarán las cámaras llamadas "de bolsillo" por no ser equipos aptos para este trabajo.

Las imágenes de alta calidad requeridas para la reproducción de obras del patrimonio, la proporcionan los equipos de película o digitales de gran formato como los 4 x 5²⁴ o superiores, que con respaldos digitales se pueden obtener hasta 80 megapíxeles (Mpíx)²⁵ (fig. 3.1), la desventaja es su difícil manejo, el tiempo que se requiere para realizar una toma es superior comparado con los de mediano y aún mayor que los de formato pequeño. Si el objetivo es tomar muchas fotografías, tantas como requiere el registro del patrimonio o secuencias de imágenes, los equipos de gran formato entorpecen y dificultan el trabajo, no son prácticos para una actividad de campo constante, pero su uso no debe descartarse para la toma de algunas imágenes, si es que las condiciones de tiempo, espacio y presupuesto lo permiten.



Figura 3.1 Respaldo digital Leaf Aptus - II 12 acoplado a un cuerpo Mamiya, 645 DF, 2012. Fuente: Leaf.com

En el otro extremo, los equipos 35 mm o DSLR (Digital-SLR, por sus siglas en inglés *Single lens reflex*) pueden lograr imágenes de muy buena calidad²⁶, los que se ofrecen actualmente en el mercado, tienen una resolución de hasta 37.5 Mp²⁷. Este formato es recomendable por ser el de uso más sencillo, versátil, accesible y de buena calidad.

²⁴ Actualmente es muy difícil encontrar a la venta placas positivas para formatos como 4 x 5", 5 x 7" u 8 x 10".

²⁵ El respaldo digital Leaf Aptus-II 12 proporciona esta resolución.

²⁶ Los precios de las películas positivas profesionales en 35 mm así como su revelado, han aumentado entre un 20 y un 50% en la Ciudad de México y ya no es tan fácil su adquisición.

²⁷ Leica S2 SLR.

El formato medio no es tan maniobrable como el 35 mm, pero es mucho más fácil que el 4 x 5", y las imágenes que se obtienen son de muy alta calidad. La mayoría de los respaldos digitales que se utilizan para formatos grandes son los mismos que para el medio formato y rebasan la calidad de la película en cuanto a resolución, tamaño de imagen, limpieza y reproducción de colores²⁸. Por la relación versatilidad-calidad-costos, es una opción muy recomendable para la aprehensión de imágenes de obras patrimoniales.

3.1.1 Tipos de sensores

Las cámaras o respaldos digitales en lugar de película utilizan sensores digitales que convierten las ondas lumínicas en impulsos eléctricos codificados de manera digital, estos impulsos se convierten en pequeños puntos o píxeles para formar una imagen. Los cuatro principales tipos de sensores son:

Dispositivo acoplado de carga (Charge Coupled Device, CCD)

Un sensor CCD, está formado por "fotositos" compuestos de un fotodiodo que convierte la luz (fotones) en carga eléctrica (electrones) y una región adyacente de carga protegida de la luz. El CCD registra tres colores: rojo, verde y azul ("RGB", del inglés *Red, Green, Blue*), para conseguir esta separación de colores, el CCD utiliza una máscara o "mosaico de Bayer", es una trama de cuatro píxeles en la que uno registra la luz roja, otro la luz azul y dos píxeles más para la luz verde

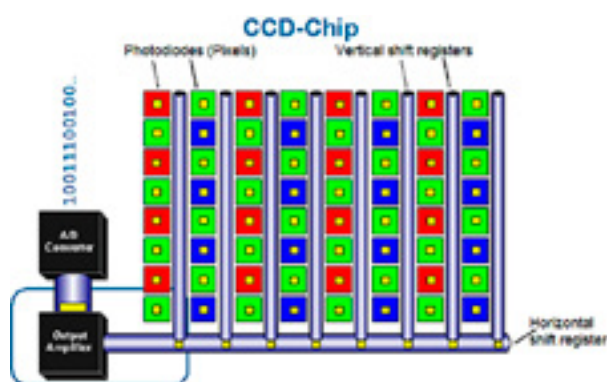


Figura 3.2 Diagrama del dispositivo acoplado de carga (CCD)
Fuente: sensorcleaning.com

típicamente ordenada en una matriz X - Y de filas y columnas²⁹ (fig. 3.2). El número de electrones recolectados por cada receptor es proporcional a la intensidad de la luz, los diferentes niveles de energía se envían al exterior del chip y donde se amplifican, luego un Convertidor Analógico Digital (DAC, *Digital Analogic Converter*) transforma los impulsos eléctricos en datos digitales, por lo que el tamaño del sensor y el software de interpolación son muy importantes para obtener una imagen nítida (Leyva, P. 2005; García, E. 2005, p. 25).

²⁸ Para poder comparar una imagen digital con una de película, hay que tomar en cuenta varios factores: el tipo de lente y cámara con la que se tomaron las imágenes, la calidad y tamaño del sensor, así como la calidad e ISO de la película y el tipo de iluminación. Clark (2005) menciona que las películas lentas de grano fino ISO 50 – 100 tiene la equivalencia a una imagen de entre 8 y 16 megapíxeles y las de ISO 400 a una de 4 megapíxeles.

²⁹ Se utilizan dos píxeles para el verde, porque el ojo humano podría detectar más fácilmente el ruido en este color por ser más sensible a él.

Con este tipo de arreglo se pierde cuando menos el 75 % de la información, debido a que los pixeles captan diferente “color” de la luz, lo que genera “huecos”, mismos que son “rellenados” mediante técnicas matemáticas de interpolación o *aliasing* en las que un procesador separado del sensor calcula el posible color intermedio sobre la base de los colores adyacentes (fig. 3.3), lo que puede ocasionar problemas de *moaré* cromático cuando la trama del sensor coincide con la de algún objeto fotografiado (García, E. 2005, pp. 34-38) (fig. 3.4), los compañías fabricantes han colocado un filtro *antialiasing* sobre el sensor para aminsonar este efecto (Reid, S. 2012)³⁰.

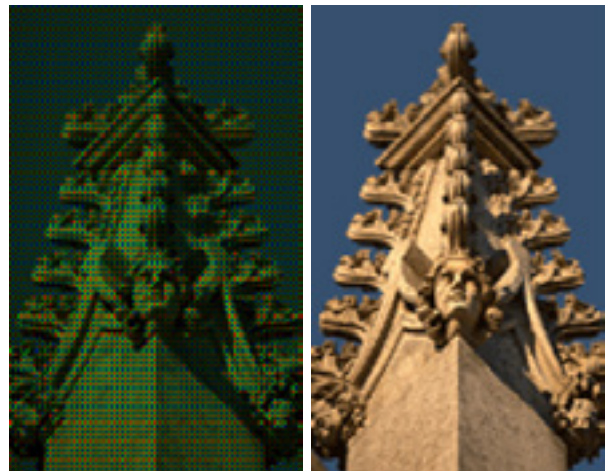


Figura 3.3 Del lado izquierdo se puede observar una imagen a través del mosaico de Bayer, inmediatamente después la interpolación por medio de algoritmos. Fotos: cambridgeincolour.com

Estudios publicados por la Universidad de Stanford (Chen, T. 2000) sugieren que es preferible un sensor de tamaño grande para que exista un buen espacio entre fotosito y fotosito y se disminuya el ruido que provocan al estar demasiado juntos. Los fotositos de mayor tamaño tienen la ventaja de ser estimulados por una mayor cantidad de fotones, ofreciendo un rango dinámico más amplio y menor ruido sobre todo en las zonas oscuras. Por el otro lado, los sensores con fotositos más juntos o de menor tamaño producen imágenes con mayor detalle pero con mayor ruido y menor rango dinámico por ser estimulados por un número menor de fotones. Si se requiere mayor sensibilidad o se tiene poca iluminación es mejor escoger un sensor con fotositos más grandes y si se desea obtener detalles más finos y se puede prolongar un poco el tiempo de exposición, es mejor escoger un sensor con fotositos más pequeños (García, E. 2005, pp. 21-22).

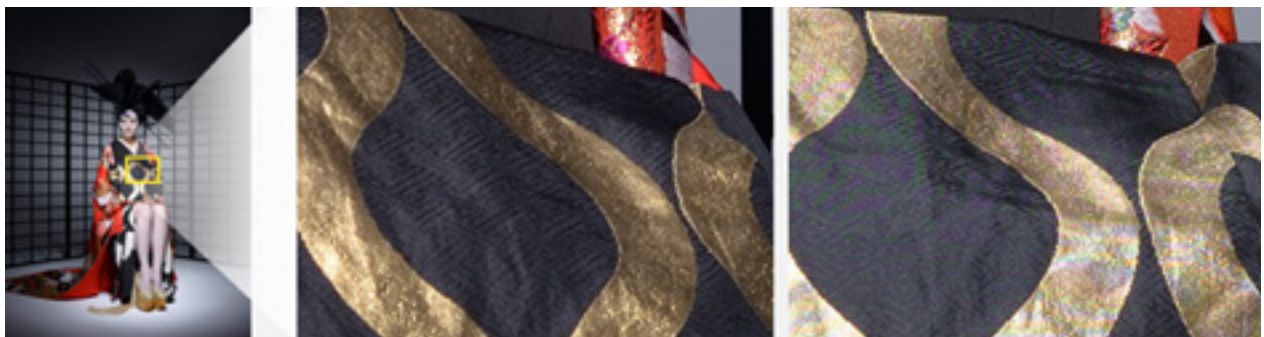


Figura 3.4 El detalle de tela del lado derecho fue tomado con una Nikon D800e sin filtro *antialiasing* por lo que aparece Moaré cromático, no así el del lado izquierdo tomado con una Nikon D800 con filtro *aliasing*. Fuente: Nikon.com

³⁰ Algunos fabricantes como Leica, Fuji y Nikon han evitado incluir este filtro en ciertos modelos con lo que se mejora la definición con el riesgo de que aparezca el mencionado moaré (Reid, S. 2012).

Semiconductor de óxido-metal complementario (Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS)

El sensor CMOS al igual que el CCD, está formado por numerosos fotositos sensibles al rojo, verde y azul, que generan una corriente eléctrica variable en función de la intensidad de luz recibida, alineados por lo común en una máscara de Bayer (fig. 3.5) y por la misma razón es necesario el uso de un filtro *antialiasing*.

Una de las principales diferencias con el CCD es que en el CMOS se incluye el conversor digital en el propio chip y un amplificador de la señal eléctrica para cada uno de los fotositos, la ventaja es que al leer directamente la señal de cada pixel se soluciona el problema conocido como *blooming*³¹ o de contaminación entre pixeles vecinos en situaciones de sobre exposición, lo que se traduce en una mejor calidad. La desventaja es que entre los receptores de luz se encuentra mucha electrónica no sensible a la luz, lo que implica que no puedan captar luz en estos espacios, este problema se ha tratado de solucionar con una mayor densidad de receptores y la reducción del tamaño de los componentes. Por otra parte, el costo de producción y el gasto de energía es mucho menor comparado con el de los CCDs. (Leyva, P. 2005).

Foveon

Los sensores Foveon tiene tres capas de pixeles superpuestas para capturar cualquiera de los tres colores (RGB) sobre la misma posición

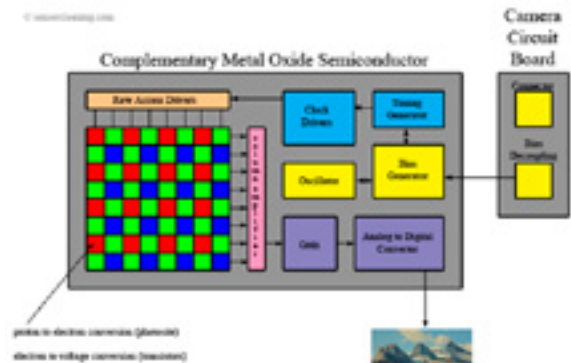


Figura 3.5 Diagrama del semiconductor de óxido-metal complementario (CMOS). Fuente: sensorcleaning.com

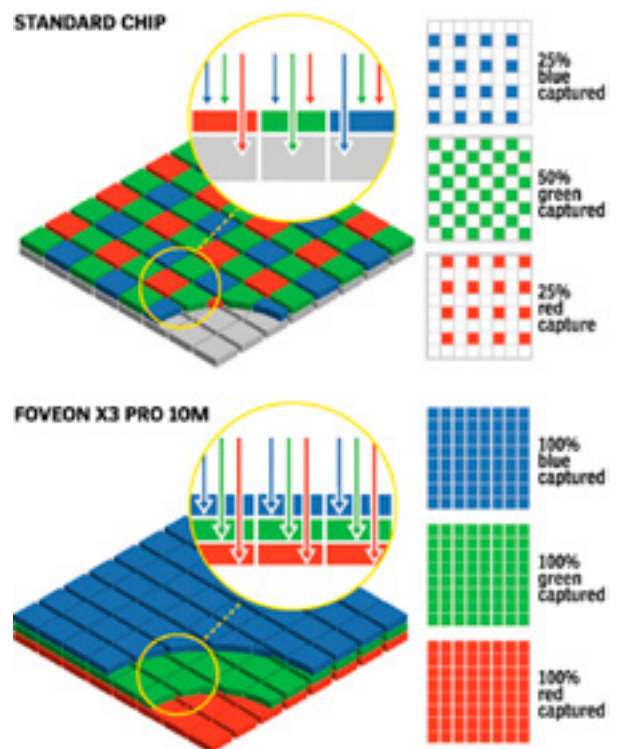


Figura 3.6 A diferencia del sensor con arreglo en máscara de Bayer que pierde el 75% de las ondas azules y rojas y el 50% de verde, el foveon captura el 100% de cada una de ellas. Fuente: photofan.jp

³¹ "Blooming" es el efecto por el que la recepción de una gran intensidad lumínica en un punto influye en los pixeles adyacentes (un brillo fuerte produce líneas blancas en la imagen).

a diferentes profundidades, similar a la emulsión química en color. Al final se obtiene una imagen de muy buena calidad y rendimiento de color. Este tipo de sensor a diferencia del CCD o CMOS no utiliza filtro antialiasing (AA), porque no lo necesita debido a su construcción (Reid, S. 2012). Esta tecnología al momento sólo se utiliza en las cámaras Sigma (fig. 3.6).

Sensor de barrido

En el caso de los respaldos de barrido, el sensor está compuesto por tres filas contiguas de elementos sensibles al azul, al verde y al rojo, este sensor recorre en forma longitudinal el plano focal de la cámara capturando la información de modo secuencial. Los sensores de barrido tipo escaner son de buena calidad, se han utilizado en equipos de alta resolución y no son muy comunes, su gran desventaja es que sólo sirven para fotografiar objetos inmóviles y el tiempo de cada toma puede prolongarse por varios minutos (fig. 3.7).

Los cuatro tipos de sensores: CCD, CMOS, Foveon y de barrido, que se utilizan en las cámaras y respaldos digitales continúan en un intenso periodo de evolución, todavía no está claro cuál dominará el mercado, pero en la actualidad sobresale el CMOS usado en los mejores modelos de Nikon y Canon.

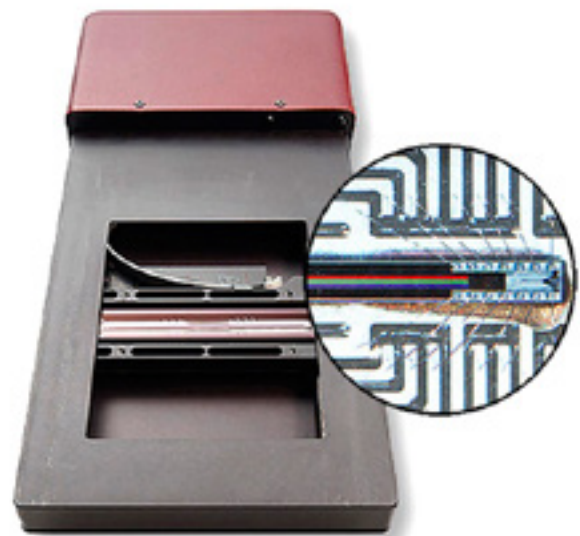


Figura 3.7 Sensor de barrido BetterLight Super 6K-HS
Fuente: Betterlight.com

3.1.2 Ajustes principales

Sensibilidad ISO del sensor

La sensibilidad a la luz de los sensores digitales es fija, tiene un valor aproximado entre 100 y 200 ISO, aunque según las pruebas realizadas por DXOMark³² los valores ISO pueden diferir de las especificaciones del fabricante y dependiendo de la marca y modelo, mencionan que los valores

³² <http://dxomark.com/index.php/en/Our-publications/DxOMark-Insights/More-pixels-offset-noise!/Real-life-comparisons>

ISO es el de las imágenes JPEG que difiere del ISO para formato RAW, de este modo es posible ampliar el rango de modificación de la luminosidad en un programa convertidor de RAW³³.

La elevación en la sensibilidad ISO que ofrecen las cámaras digitales se logra, no por el aumento en la sensibilidad de los elementos captadores, sino por la amplificación de la señal que éstos emiten (Molinari, M. s.f.b), y trae como consecuencia el incremento de ruido o artefactos en las imágenes y por consecuencia la disminución de la calidad.

Espacio de color

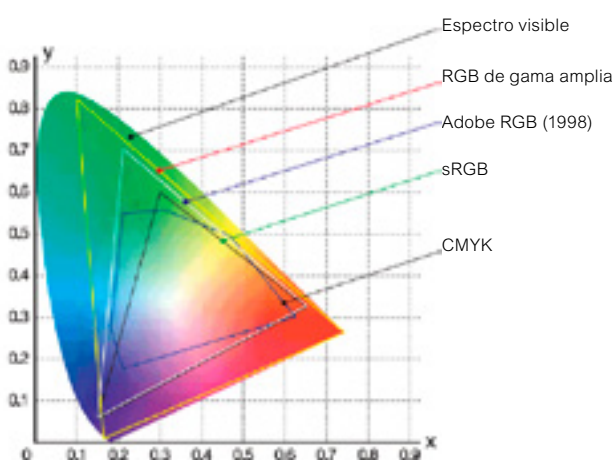


Figura 3.8 Comparación de espacios de color: Espectro visible, RGB de gama amplia, Adobe RGB (1998), sRGB y CMYK. Dibujo: Sophie Wilson.

La mayor parte de las cámaras DSLR o respaldos digitales, ofrecen por lo menos dos espacios de color sRGB³⁴ que se aproxima a la gama de colores de los monitores CRT³⁵, representa las imágenes más brillantes es el estándar para visualizar imágenes en Internet y abarca sólo el 35 % de los colores visibles especificados por el CIE; el Adobe RGB 1998³⁶ comprende una gran parte de los colores que se pueden imprimir en cuatricromía (CMYK) y aproximadamente el 50 % de los colores visibles especificados por el CIE, con una gama mayor de colores que el sRGB, extendida hacia el cian-verde pero menos brillante (Rodríguez, A. s.f.; McHugh, S. s.f.b)

(fig. 3.8), ambos perfiles añaden una corrección de gamma a las imágenes distorsionando los colores. Francisco Rosso (2010, p. 6) dice que si las fotos se van a editar en una computadora se debe usar un perfil que no se defina a partir de gamma y de 16 bits como el ProStarRGB.

Profundidad de color

Al número de bits necesarios para codificar y guardar la información de color de cada pixel en una imagen, se le llama profundidad de color. Un bit puede tener el valor de 0 o 1 lo que representa

³³ <http://dxomark.com/index.php/en/Our-publications/DxOMark-Insights/Pushed-ISO-Let-s-make-it-clear/RAW-ISO-measures-are-inferior-to-manufacturer-ISOs-is-this-a-problem>

³⁴ Creado por Hewlett Packard y Microsoft.

³⁵ **Catodic Ray Tube** [tubo de rayos catódicos].

³⁶ Creado por Adobe Systems, Inc.

blanco o negro. Cuanto mayor sea la profundidad de color, la imagen dispondrá de una paleta de colores más amplia (fig. 3.9).

El formato RAW generalmente graba a 12 bits equivalentes a 4,096 variaciones por cada uno de los tres canales de color RGB, o 14 bits es decir 16,384, e incluso hasta 16 bits, 65,536 por canal (Reichmann, M. s.f.) muy por encima de los 8 bits que sólo contienen 256 colores por canal, de gran ayuda para mantener la calidad de la imagen al momento de transformarla a otro formato o de un espacio de color a otro y al modificar sus valores de color.

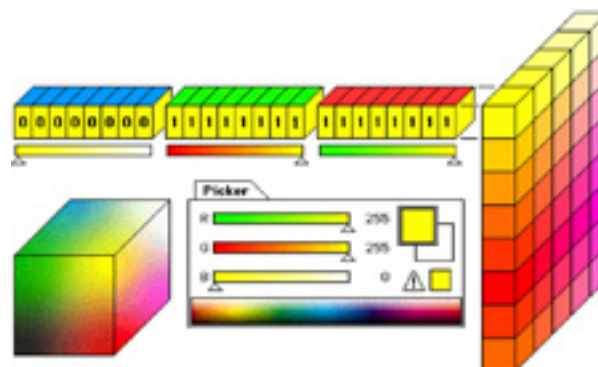


Figura 3.9 Cada pixel de color está formado por la mezcla de tres grupos de colores (rojo, verde y azul) de 8 bits cada uno para un total de 24 bits de profundidad de color. Fuente: www.webstyleguid.com

Formatos de archivo de imagen

Tres son los formatos de imagen más populares: JPEG³⁷, TIFF³⁸ y RAW³⁹. Los archivos JPEG comprimen la información con cierta pérdida, dependiendo del nivel de compresión. El formato TIFF guardan toda la información y también se puede comprimir con y sin pérdida, ambos modifican los bits de las imágenes dependiendo de los parámetros que se le hayan designado a la cámara para la toma fotográfica, por lo que no son recomendables como formato de registro.

Un archivo RAW graba los datos brutos tal y cual fueron captados por el sensor, como lo marcan las reglas de la digitalización de documentos o fotografías de archivo (Frey, F. 1999), sin aplicar los parámetros de la toma en la imagen misma, éstos se guardan en un archivo adjunto: valor ISO, tiempo de obturación, exposición, distancia focal del objetivo, valor de la apertura del diafragma, ajuste de blancos, entre otros que pueden ser editados sin alterar la imagen original; acompañados por los metadatos que ofrecen información sobre el modo en el que se capturó la imagen, fecha de la toma, marca y modelo de la cámara (Fraser, B. 2009, p. 25). Estos archivos también incluyen un “anillo de decodificación” con las instrucciones para saber cómo transformar su información y convertirla de una imagen capturada en grises a una RGB, a este proceso se le llama *demosaicing* (Apple Computer Inc., 2005).

³⁷ Joint Photographic Experts Group [Grupo de expertos en fotografía]

³⁸ Tagged Image File Format [Formato de imagen etiquetado].

³⁹ Del inglés “crudo” (sin modificaciones).

En términos estrictos RAW no es un formato único de imagen, sino un término genérico para referirse a distintas maneras de codificación de archivos con propiedades y ventajas básicas similares entre sí. Cada compañía tiene su formato RAW propietario, tal es el caso de Canon .CRW y CR2, Sony .ARW, Minolta .MRW, Olympus .ORF y Nikon .NEF por ejemplo.

3.1.3 Características recomendables en una cámara o respaldo digital

Cualquiera que sea la elección del respaldo o la cámara, se recomiendan las siguientes características para la óptima aprehensión de murales patrimoniales:

- Posibilidad de grabar imágenes en formato del tipo RAW, tal y cual son captadas por el sensor sin modificaciones.
- Capacidad para capturar 12, 14 o de preferencia 16 bits de profundidad de color.
- Balance de blancos en grados kelvin o en modo predeterminado utilizando una tarjeta gris o blanca para realizar un ajuste más preciso de color y obtener imágenes con la menor dominancia o alteración de origen.
- Uso de objetivos intercambiables, por ser de mayor calidad y para poder utilizar diferentes longitudes focales y exposiciones.
- Amplio rango dinámico para captar el mayor número de detalles tanto en las partes oscuras como en las más claras de la imagen.
- Alta resolución espacial, para aprehender imágenes de gran tamaño que puedan servir para obtener buenos detalles.
- Buen poder de resolución para obtener imágenes con buena definición y detalle.
- Nivel adecuado en el control de ruido para conseguir reproducciones más limpias.
- Sistema de autoenfoco que funcione aún en condiciones difíciles de iluminación o de poco contraste.
- Tamaño grande de la superficie total del sensor y pequeño de cada fotosito, para captar imágenes de alta resolución, gran tamaño y buena calidad.
- Posibilidad de tomar fotografías desde la computadora, para tener un mejor control de las imágenes a través de monitores grandes y calibrados.
- Buena documentación y soporte por parte del fabricante.
- Fácil de transportar y resistente para trabajar en campo.

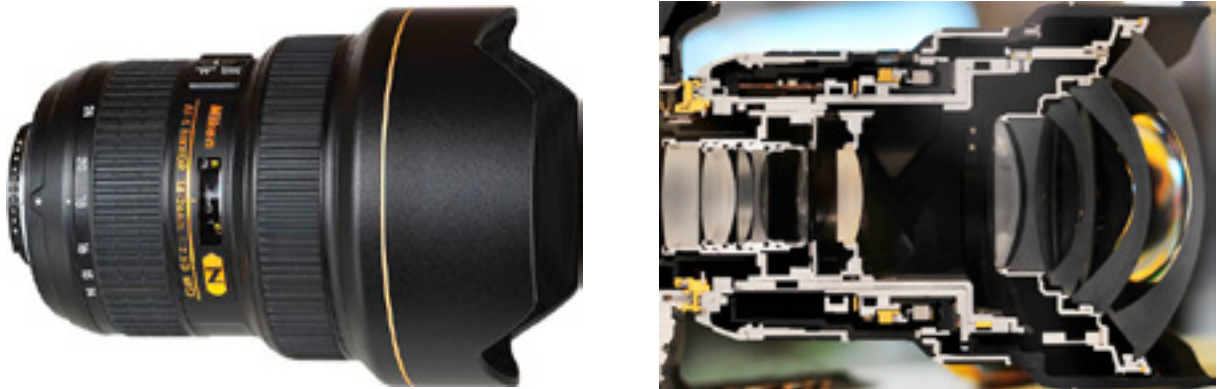


Figura 3.10 Objetivo compuesto Nikon 14-24mm f/2.8. En el corte transversal (imagen derecha) se aprecian los elementos y grupos que forman el objetivo. Foto: Ken Rockwell.

3.2 Objetivos fotográficos

En fotografía es común nombrar lente u objetivo al dispositivo que tiene la función de hacer converger los rayos de luz en un punto determinado llamado plano focal, donde se coloca la película o el sensor. Lente es un elemento de cristal o material plástico transparente que dispersa o reúne los rayos lumínicos, cuando un solo lente sirve en una cámara para esta función se le llama objetivo simple. Para formar una imagen de alta calidad, es necesario combinar varias lentes o conjuntos de lentes en “grupos” con diferentes radios de curvatura, en un “barrilete”, con el fin de aumentar la definición y reducir las aberraciones ópticas, a esto se le llama objetivo compuesto (fig. 3.10). El contraste y definición de la imagen dependen de la calidad de los materiales empleados, del sensor, así como del diseño y de la construcción del sistema óptico (Langford, M. 1990, pp. 37-71; Revista Fotomundo, s.f.).

3.2.1 Tipos de objetivos según su distancia focal

Los objetivos fotográficos se clasifican en angulares, normales y telefotos (fig. 3.11), dependiendo de la distancia que hay desde su centro óptico o plano nodal hasta el plano focal donde está la película o el sensor en la cámara y afecta directamente el ángulo de la toma (fig. 3.12) (tabla 3.1), a esta relación se le denomina distancia focal o longitud focal y se mide en milímetros, por lo regular viene marcada en números blancos en la parte frontal del lente si es fijo, o en los arillos del mismo si es variable.



Figura 3.11 De izquierda a derecha: Objetivo gran angular: AF DX Fisheye NIKKOR 10.5 mm $f/2.8$ G ED; Objetivo normal AF S NIKKOR 50 mm $f/1.4$ G; Objetivo telefoto AF S NIKKOR 600 mm $f/4$ G ED VR. Fuente: <http://www.nikon.com>

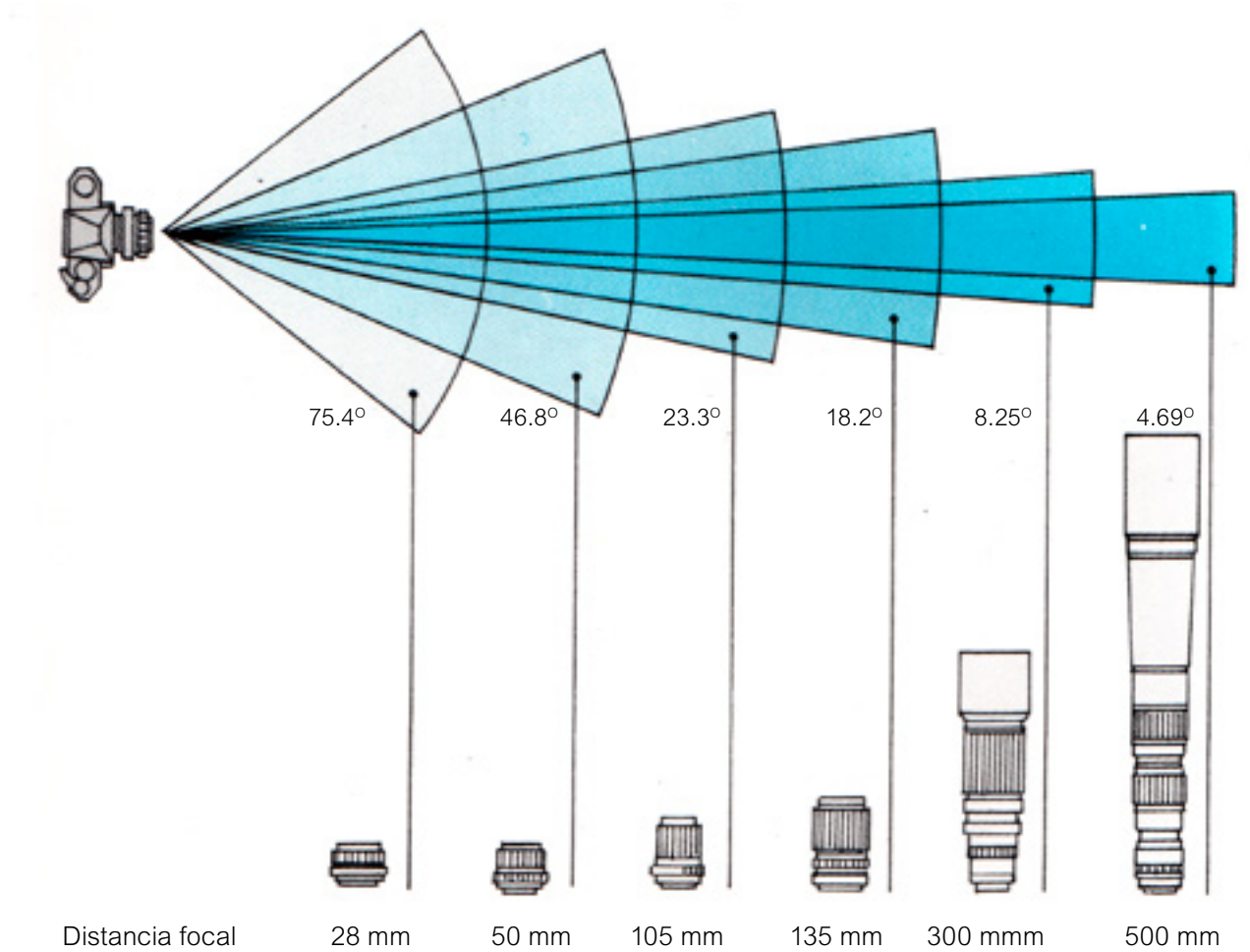


Figura 3.12 Algunos de los objetivos más comunes con su correspondiente ángulo de cobertura. Fuente Kodak, 1986.

Focal	Diagonal	Horizontal	Vertical
8 mm	180°	180°	180°
15 mm	110.5°	99°	76°
20 mm	94°	83°	61°
24 mm	84.1°	73.7°	53.1°
28 mm	75.4°	65.5°	46.4°
35 mm	63.4°	54.4°	37.8°
50 mm	46.8°	39.6°	27°
70 mm	34.3°	28.8°	19.5°
85 mm	28.6°	23.9°	16.1°
90 mm	27°	22.9°	15.2°
100 mm	24.4°	20.4°	13.7°
105 mm	23.3°	19.5°	13°
135 mm	18.2°	15.2°	10.2°
180 mm	13.7°	11.4°	7.63°
200 mm	12.3°	10.3°	6.9°
300 mm	8.25°	6.87°	4.58°
400 mm	6.19°	5.15°	3.44°
500 mm	4.69°	4.12°	2.75°
1200 mm	2.07°	1.72°	1.15°

Tabla 3.1 Distancias focales de diferentes objetivos y sus ángulos de cobertura. Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Basado en García, E. 2005:18 y Roura, A. 2011.

Angulares

Los objetivos angulares, abarcan un ángulo mayor al de los objetivos normales, por debajo de los 40 mm para formato 35 mm. Son útiles cuando se requiere tomar en una sola imagen espacios amplios y es difícil retroceder lo suficiente, no se recomienda para detalles porque destacan los elementos más próximos a la cámara y recrean una acusada perspectiva. Tiene una amplia profundidad de campo y pueden enfocar a corta distancia. Dependiendo de su calidad sufren de aberraciones y distorsión de barrilete, aunque pueden ser corregidas con programas de cómputo, siempre es preferible obtener una imagen limpia por principio.

Normales

Se les llaman objetivos normales por reproducir las imágenes de manera similar a como vemos los humanos en cuanto a tamaño, proporción, perspectiva y ángulo de visión⁴⁰, presentan menor distorsión que los otros dos tipos de lentes. Su ángulo de cobertura puede variar dependiendo del tamaño de la película o del sensor cuya equivalencia se puede encontrar tomando como referencia el tamaño de la diagonal de estos últimos (Segurajáuregui, L. Comunicación personal, 2007).

Para el caso de las cámaras de 35 mm o de sensor completo, el objetivo normal es el de 43 mm, pero en el mercado los que están entre 40 y 55 mm son considerados de este tipo, siendo el de 50 mm el más aceptado. Para las de tipo 120 es el mismo caso, de 75 mm para las de película 6 x 4.5 cm., 80 mm para las de 6 x 6 cm., 90 mm para las de 6 x 7 cm. y de 160 mm para las de formato 4 x 5" (Freeman, M. 2000, pp. 24-45).

Telefotos

Los objetivos que tienen una distancia focal mayor a la normal, menor a 31° y superior a los 80 mm se denominan genéricamente teleobjetivos o telefotos (Monje, L. 1992a). Mientras mayor sea su longitud focal, la apertura de su diafragma y su calidad, se vuelven más caros y más pesados, al grado de necesitar un soporte firme. Su profundidad de campo es más corta y sufren deformación tipo almohadón, son muy útiles para capturar detalles o escenas que se encuentren a una larga distancia.

⁴⁰ El ojo humano alcanza una visión de hasta 240° con los extremos borrosos y solo vemos nítido lo que recae al fondo del globo ocular, en la fovea, lo que representa apenas 2°. Lo que vemos más o menos bien, ronda entre los 45° y 50° (Freeman, M. 2000, p. 34).

¿Objetivos de focal fija o zoom?

Los objetivos de focal fija, tienen sus elementos fijos y están contruidos para corregir las deformaciones y aberraciones ópticas, por lo que son de mayor calidad y más recomendables. Los objetivos zoom pueden variar de longitud focal, para ello se cambia la distancia entre los grupos de los elementos en el interior del objetivo, su ventaja es que a partir de un mismo punto se puede contar con distintas longitudes focales, pero son más pesados que los fijos y en general menos luminosos y de menor calidad.

Objetivos digitales

Debido a las necesidades y características propias de las cámaras digitales, se han venido fabricando objetivos específicos para ellas y aunque la mayoría de los usados en las cámaras analógicas son compatibles, no son apropiados para la tecnología digital.

Los objetivos para equipos digitales deben tener un alto poder resolutivo para proyectar imágenes de buena calidad conforme al tamaño del sensor, sus elementos ayudan a que los rayos de luz incidan perpendicularmente sobre el plano focal necesario, debido a que los fotositos del sensor poseen cierta profundidad y los rayos demasiado inclinados no son registrados adecuadamente o llegan con baja intensidad, influyendo así en la calidad de la imagen sobre todo hacia los bordes. El ángulo máximo de inclinación tolerable para la película es de 60° , pero en fotografía digital con un ángulo de 15° de inclinación su intensidad se reduce al 50% (Bécquer, A. s.f.c) (fig. 3.13).

Para las cámaras réflex analógicas se diseñaron objetivos para proyectar una imagen en un cuadro de 24.5×36.5 mm denominado

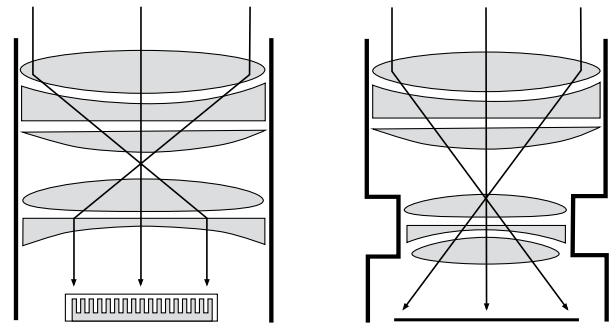


Figura 3.13 En los sensores digitales a diferencia de la película, los rayos lumínicos deben llegar perpendiculares al sensor para poder ser registrados correctamente. Dibujo: Patricia Peña, 2012. Basado en A. Becquer, s.f.c.

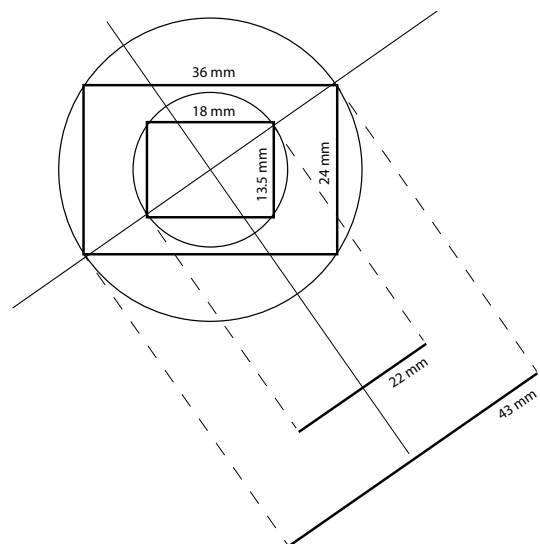


Figura 3.14 Círculos de cobertura comparativos para un cuadro de 24×36 mm y un sensor de 13.5×18 mm. Dibujo: Patricia Peña, 2012. Basado en A. Becquer, s.f.c.

formato 35 mm, 135 o Leica (Segurajáuregui, L. Comunicación personal, 2007), en algunas cámaras digitales el sensor es de menor tamaño, lo que obliga a hacer una conversión llamada “factor de corrección o de multiplicación” para encontrar la equivalencia en la distancia focal y ángulo de cobertura, la profundidad de campo y la distancia hiperfocal será la misma que una lente analógica (Bécquer, A. s.f.a). El factor de corrección se obtiene dividiendo la diagonal del negativo de 24 x 36 mm, que es 43 mm, por la diagonal del sensor, la que varía dependiendo de la marca y modelo (Bécquer, A. s.f.a). Para algunos modelos de Nikon equivaldría a 1.5 y para los de Canon 1.3, en ambas marcas los sensores de más alto rendimiento son de tamaño completo (fig. 3.14).

3.2.2 Aberraciones ópticas

Los objetivos fotográficos tienen ciertas imperfecciones llamadas aberraciones, propias de su diseño y fabricación, que les impide formar una imagen perfecta. Dentro de las más comunes se encuentran las siguientes (Rial, D. s.f.):

Aberración cromática

La aberración de tipo cromático se debe a que la longitud de onda del azul es menor a la del verde y éstas a la del rojo, por lo que se refractan con distinto ángulo al pasar por un cristal, teniendo su punto de enfoque en diferente plano focal afectando la nitidez general. Los objetivos que corrigen las bandas del azul al amarillo se denominan “acromáticos” y los que corrigen las tres principales: azul-violeta, amarillo-verde y naranja-rojo, se conocen como “apocromáticos” (Becquer, A. s.f.c.) (fig. 3.15).

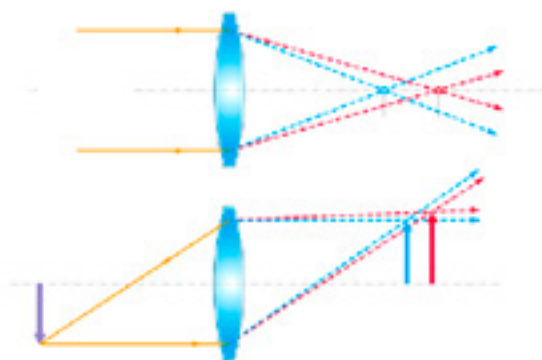


Figura 3.15 La aberración cromática es causada por una diferencia en la longitud de onda de luz. El punto focal o ampliación de una lente varía en función de la longitud de onda de cada tipo de luz incidente. Fuente: nikon.com

Aberración esférica

La aberración esférica es un defecto de las lentes en el que los rayos de luz que inciden paralelamente al eje óptico, aunque más alejados de éste, son llevados a un foco diferente

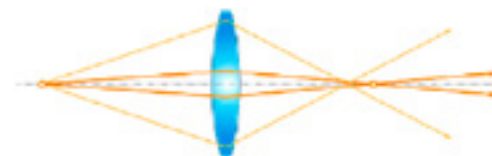


Figura 3.16. La aberración esférica es causada por variaciones en los ángulos de cada rayo de luz incidente. Fuente: nikon.com

que los rayos más próximos. Es una aberración de tipo cromático que afecta de manera diferente a cada longitud de onda e influye en la nitidez general (fig. 3.16).

Astigmatismo

El astigmatismo es un defecto que aparece cuando la lente o espejo no están colocadas simétricamente con respecto a su centro, y por lo tanto, la imagen se ve alargada. No suele existir en lentes de calidad, aunque puede darse por tener los elementos ópticos descolimados o desalineados, debido a diferencias de temperatura en el interior del lente, caídas o por usar oculares de baja calidad (fig. 3.17).

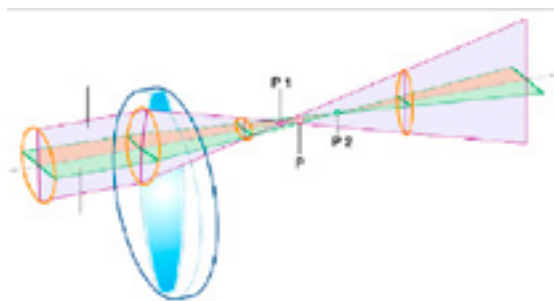


Figura 3.17. El plano meridiano (que contiene el eje óptico de la lente) y el plano sagital (vertical al plano meridiano) tienen diferentes radios. Por lo tanto, los rayos meridional y sagital tienen diferentes puntos focales. A esto se llama aberración de astigmatismo. Fuente: nikon.com

Coma

A la distorsión de una imagen puntual en forma de anillos de luz que al superponerse forman una superficie luminosa parecida a la cola de un cometa, se le llama coma. Los objetivos corregidos simultáneamente contra la aberración esférica y de coma se denominan “aplanáticos” (fig. 3.18).

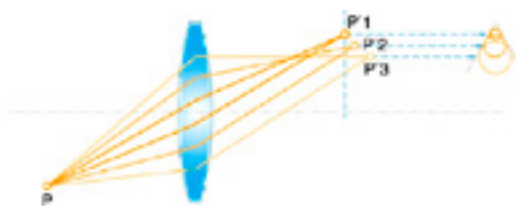


Figura 3.18. La aberración en coma es causada por la diferencia de distancia de la luz incidente desde el eje óptico. Fuente: nikon.com

Curvatura de campo

Sucede cuando el plano focal no es totalmente plano sino que forma una superficie cóncava, por lo que no es posible enfocar exactamente y a la vez tanto el centro como los bordes de la imagen (fig. 3.19).

Los objetivos de buena calidad disminuyen la mayoría de las aberraciones. La de tipo

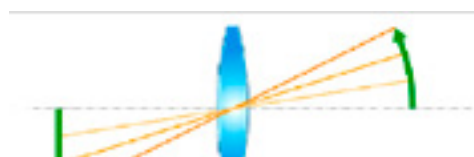


Figura 3.19. Los rayos de luz procedentes de un punto diferente del eje óptico no se concentran en el mismo punto produciendo la curvatura del campo. Fuente: nikon.com

cromático y esférico afectan a la mayor parte de la imagen, mientras que el astigmatismo, la coma y la curvatura de campo predominan en los bordes y esquinas, estas últimas tres se pueden aminorar no utilizando grandes aperturas, pero los diafragmas pequeños reducen la definición de la imagen debido a la dispersión de la luz en los bordes de las láminas y con mayores aperturas se exponen más las aberraciones de los lentes.

La “apertura óptima” o equilibrio entre la disminución de las aberraciones y la nitidez de la imagen, se obtiene cerrando tres pasos desde la máxima apertura y dos antes de la mínima (Freeman, M. 2000, pp. 32-33).

3.2.3 Distorsiones geométricas

La distorsión no afecta la nitidez de la imagen sólo su forma y tiene lugar debido a que la parte de la imagen fuera del eje no se reproduce en la misma escala. Cuando los bordes de la imagen se abomban hacia afuera, se habla de distorsión negativa o en barrilete, como la producida por los grandes angulares y si se curva hacia adentro es distorsión positiva o en almohadón como en los telefotos, algunos otros presentan deformación de mostacho o compleja, en los extremos de cojín y hacia el centro de barril (fig. 3.20). Al objetivo que no distorsiona se le llama ortoscópico que significa visión correcta.

En la fabricación de los objetivos, modificando el número de lentes, su espesor, su separación o los tipos de materiales y sus radios de curvatura se pueden reducir las aberraciones y las imperfecciones pueden llegar a ser mínimas.

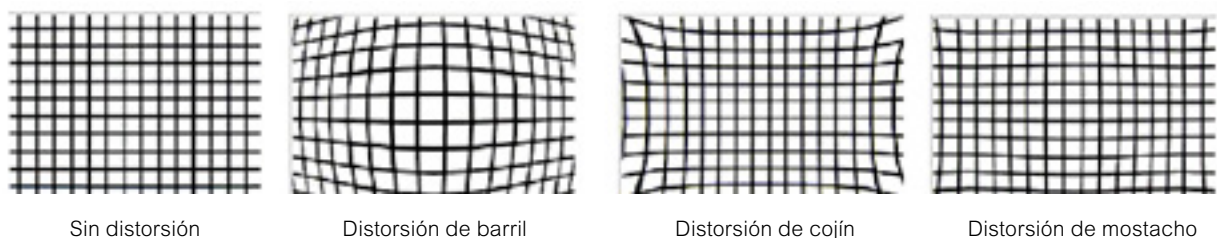


Figura 3.20 Distorsiones geométricas de los objetivos fotográficos. Fuente: xatakafoto.com

3.2.4 Características recomendables en los objetivos fotográficos

Con el uso de nuevos materiales para su construcción, recubrimiento y la mejora en los diseños, se han logrado avances importantes en los sistemas ópticos. Sin embargo, y debido principalmente a intereses comerciales, no siempre es posible obtener todos los beneficios tecnológicos en los objetivos requeridos.

A continuación se recomienda una serie de características en los objetivos fotográficos para la óptima aprehensión de murales patrimoniales:

- Compatibles con la montura y funcionamiento de la cámara.
- Alto poder de resolución, es decir nitidez.
- Objetivos digitales o analógicos para los cuerpos y/o respaldos correspondientes.
- Longitud focal “normal” y fija de preferencia.
- Luminosos, con aperturas de por lo menos f 2.8 para situaciones de baja iluminación.
- Buen sistema de auto enfoque.
- Con recubrimiento para reducir reflejos internos.
- Corregidos contra aberraciones y distorsiones ópticas.
- Hechos con cristales puros lo más homogéneos posible.
- Con movimientos suaves y precisos.

3.3 Filtros

Los filtros son piezas de materiales plásticos, gelatina o cristal⁴¹ que modifican o detienen las ondas lumínicas. Los hay de muchos tipos, pero para el caso de interés se verán los de corrección de color para evitar alguna dominancia en la imagen, los polarizadores que evitan reflejos no deseados y los de protección.

Filtros de conversión y equilibrio de color

Los filtros de color se usan para modificar el color de la luz que incide en un objeto o hacia la cámara. Para determinar el filtro adecuado con el propósito de corregir la dominancia de color, se pueden utilizar los nomogramas⁴² (tabla 3.2). Se selecciona la temperatura de color en la columna de la izquierda o las descripciones aproximadas y se traza una línea recta hacia el tipo de película que se utiliza en el extremo opuesto, el punto en donde cruza la línea con la columna central indica el número del filtro en la nomenclatura estándar de Kodak que se debe utilizar, junto con los valores Mired (Monje, L. 1992c; Rodríguez, H. s.f.a).

Los filtros Kodak de conversión de color, están pensados para usarse cuando se necesitan cambios significativos en la temperatura de color de la iluminación, como de luz de día a luz de tungsteno o viceversa. Abajo se muestra una tabla para su uso (Eastman Kodak, 2000) (tabla 3.3).

⁴¹ Los filtros de cristal son los de mayor calidad y precio.

⁴² Representaciones gráficas que permiten realizar con rapidez cálculos numéricos aproximados (Real Academia Española, 2007).

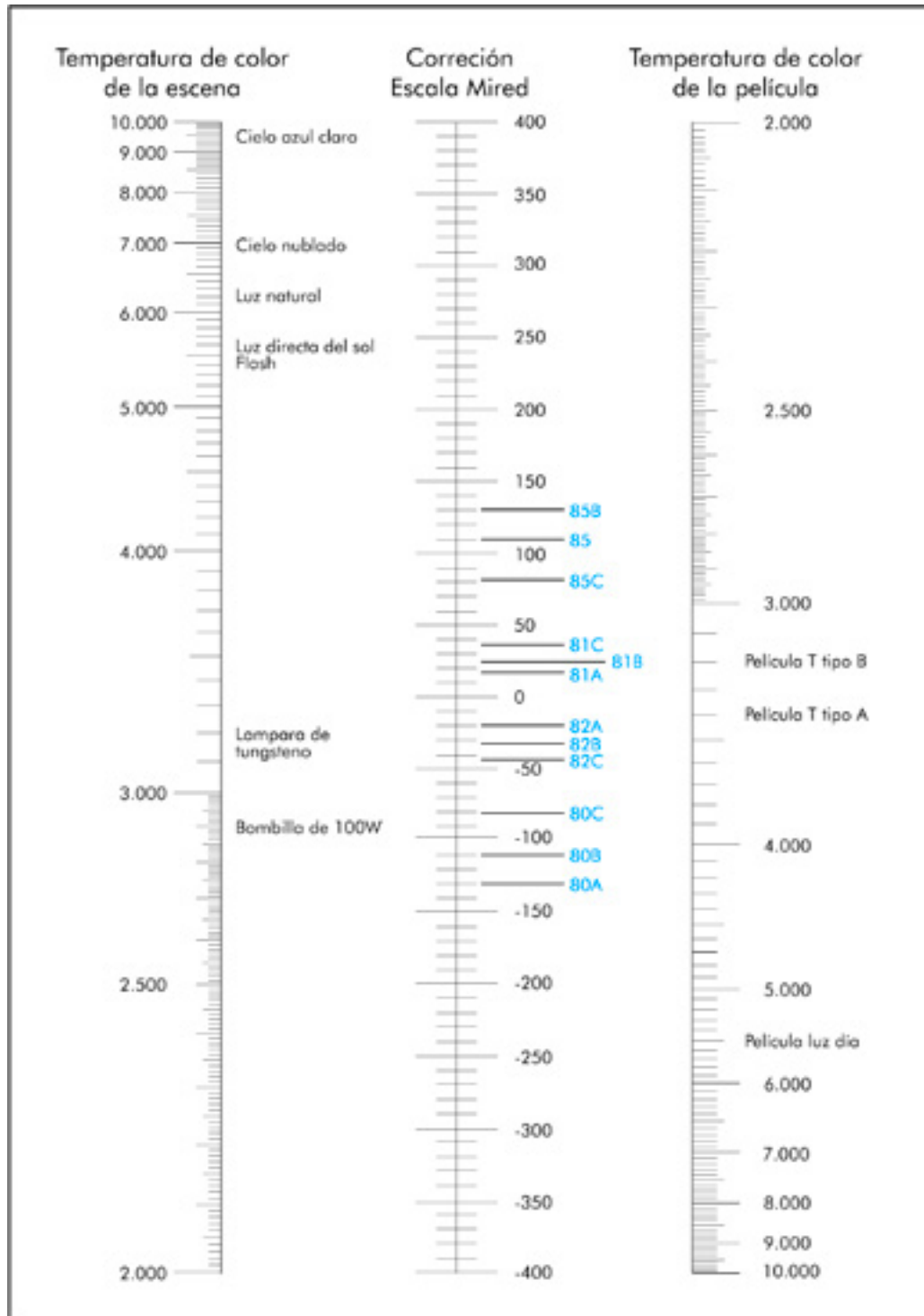


Tabla 3.2. Nomogramas de temperaturas, filtros y películas. Fuente: Hugo Rodríguez, s.f.a.

Color del filtro	Núm. de filtro	Aumento de exposición en puntos (aprox.)	Conversión en grados K
Azul	80A	2	3200 a 5500
	80B	1 2/3	3400 a 5500
	80C	1	3800 a 5500
	80D	1/3	4200 a 5500
Ámbar	85C	1/3	5500 a 3800
	85	2/3	5500 a 3800
	85N3	1 2/3	5500 a 3400
	85N6	2 2/3	5500 a 3400
	85N9	3 2/3	5500 a 3400
	85B	2/3	5500 a 3200
	85BN3	1 2/3	5500 a 3200
	85BN3	2 2/3	5500 a 3200

Tabla 3.3 Filtros Kodak para la corrección de la temperatura de color. Fuente: Kodak, 2000.

Filtros ultravioleta y *skylight*

El filtro ultravioleta (UV) se utiliza para restringir este tipo de emisiones en los flashes, arcos voltáicos y de otras fuentes de iluminación. En el caso de las lámparas fluorescentes, pueden adquirirse filtros como el *UV Fluorescent Stoke Light Filter*, que consiste en una funda protectora que se coloca en el tubo para filtrar las radiaciones (Pariente, J. 2006, pp. 10-12) o el *plexiglass ultraviolet museum quality* o *Crescent UV glass* los cuales filtran hasta un 97% este tipo de ondas electromagnéticas. En la actualidad la mayor parte de los sistemas profesionales de iluminación vienen con un filtro UV que detiene una cantidad importante de estas emisiones.

Para los objetivos fotográficos también existen filtros que restringen hasta en un 100% el paso de las emisiones ultravioleta, invisibles a los ojos humanos y no deberían (en principio) afectar al color de la imagen. Mientras que el *Skylight* absorbe sobre el 50% y proporciona cierta calidez a la imagen por su ligera coloración rosada (Juances, 2010), pero como se vera más adelante, en las cámaras digitales no deben utilizarse con el propósito de protegerlos.

Filtro polarizador

Las ondas de luz viajan en línea recta y vibran en todas direcciones, perpendiculares a la dirección de su desplazamiento, cuando la luz incide sobre una superficie algunas de ellas son reflejadas o transmitidas. La polarización de la luz consiste en permitir que sólo las ondas con determinada dirección de oscilación atraviesen el filtro polarizador y las otras no (Osorio, F. 2001) (fig. 3.21).

Para eliminar la mayor parte de los reflejos no deseados la luz debe ser polarizada, lo que se consigue anteponiendo a las fuentes luminosas y en el objetivo filtros polarizadores, y se debe girar el de la cámara hasta colocarlo 90° respecto al plano de polarización de la fuente de luz, así puede llegar a eliminarse casi por completo el brillo indeseado (Monje, L. 1992c).

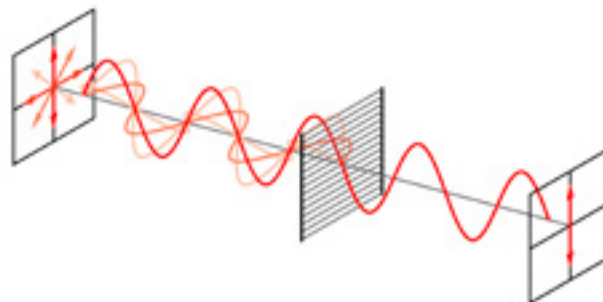


Figura 3.21. Luz polarizada. Dibujo: Bob Mellish, 2006
Wikimedia Commons.

3.4 Tarjetas de color y de grises

Con la tarjeta gris 18% se puede obtener una exposición correcta o ajustar el balance de blancos sólo si se selecciona la adecuada, ya que no todas tienen un tono neutro (Myers, R. 2002, pp. 1-5). Por otro lado están las tarjetas de color, útiles para obtener una óptima reproducción de color. Las siguientes tarjetas son las más utilizadas en fotografía (Rodríguez, H. 2008):



Figura 3.22 Tarjeta gris 18%. Fuente: xrite.com



Figura 3.23 ColorChecker Classic.
Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2005.

Gris 18%

La tarjeta gris medio o 18% se refiere a su reflectancia, y es la raíz cuadrada del valor mayor (80% para el blanco) por el valor menor (4% para el negro) que puede registrar una película fotográfica⁴³, Bravo de la Carrera (2006a) recomienda usarla tomando en cuenta su reflectancia y no su neutralidad de color (fig. 3.22).

ColorChecker Classic

La tarjeta ColorChecker Classic es de tamaño aproximado al carta con 24 parches, 18 de color de los cuales 12 han sido escogidos por el Munsell Color Science Laboratory porque representan algunos de los colores más frecuentes en el mundo real y en la naturaleza: piel oscura y clara, cielo y follaje. Los seis restantes son RGB y CMY además de una escala de seis grises. Está hecha con muestras de papel de alto gramaje, pintadas y adheridas a un cartón oscuro o plástico según el lote. Se diseñó como referencia visual, para su uso con aparatos de medición como densitómetros, colorímetros o espectrofotómetros o para la creación de perfiles de color (fig. 3.23).

ColorChecker SG

Del mismo tamaño que la Classic, la ColorChecker SG contiene 140 parches, 96 son de color mientras que los 44 restantes son blancos, grises y negros en secuencia repetitiva en el perímetro de la tarjeta. Su acabado semi brillante le permite tener colores saturados, pero brilla en determinados ángulos de incidencia de la luz. Se diseñó como referencia visual para su uso con aparatos de medición o para la creación de perfiles de color (fig. 3.24).

ColorChecker Passport

En un estuche de plástico un poco menor al tamaño postal, la tarjeta ColorChecker Passport tiene tres pequeñas tarjetas en su interior. La primera la llaman de “mejora creativa” en la hilera superior HSL (matiz/tonalidad, saturación y luminosidad) contiene 8 parches de colores espectrales, en medio dos hileras de parches con grises cálidos y fríos y en la parte inferior dos grupos de grises: claros y oscuros. La segunda tarjeta trae los mismos 24 colores que la Classic y la tercera, es una carta gris al 18%. Se diseñó como referencia visual, para su uso con aparatos de medición o para la creación de perfiles de color.

⁴³ La raíz cuadrada de 320 (4 x 80) es 17,888 lo que se redondea en 18%

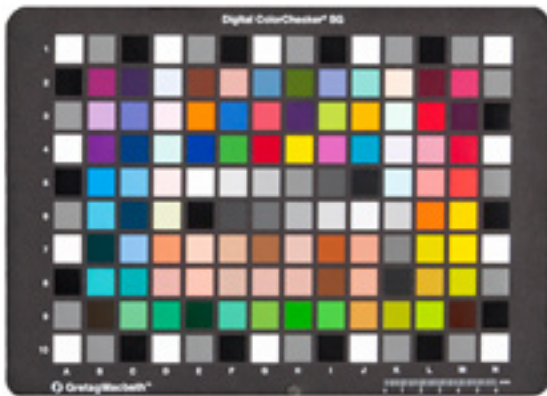


Figura 3.24 ColorChecker SG.
Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2011.



Figura 3.25 Tarjeta ColorChecker Passport con software
Fuente: xrite.com

A través de un programa de software se puede corregir el color de las imágenes tomadas en formato RAW automáticamente, tomando como referencia los 24 parches de la tarjeta Classic, ésta corrección se puede aplicar por lotes (fig. 3.25).

Bruce Fraser (2003, p. 164) recomienda medir las tarjetas ColorChecker porque la formulación ha cambiado cuando menos tres veces desde 1976, cuyas diferencias pueden ser notorias en los equipos de captura digitales.

Kodak Q13 (pequeña) y Q14 (grande)

Por décadas se han utilizado las tarjetas Kodak Q13 y Q14 como referencias de color, principalmente para la impresión. El paquete contiene dos de ellas: la escala de grises positivada sobre papel fotoquímico y la de color con dos tiras de diferente densidad con los colores RGB y CMY, el blanco y un negro hechos de CMY y otro negro de tinta negra directa, son brillantes con base acartonada pero delgadas (fig. 3.26).

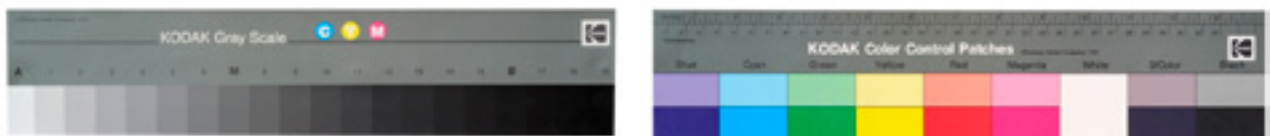


Figura 3.26. Kodak Q 13 Gray Scale y Color Control Patches. Fuente: dpreview.com

3.5 Tripés y cabezales

Para realizar una reproducción con un encuadre preciso o con tiempos de exposición lentos es conveniente que la cámara se encuentre fija a un tripié. Los hay en diferentes tamaños, desde algunos centímetros hasta alrededor de tres metros de altura. Por las diferentes circunstancias y la variedad en la altura de los murales, se recomienda tener por lo menos dos: uno ligero que pueda colocarse a un nivel muy bajo de preferencia hasta el ras del suelo y otro más firme que soporte equipo pesado y se eleve por los 2.50 o 3 metros de altura. Regularmente son de aluminio por ser un material liviano y resistente, también los fabrican en fibra de carbono que son más ligeros pero menos firmes, es conveniente que las patas se puedan adaptar a diferentes alturas o ángulos de abertura, que sean fáciles de maniobrar, de color oscuro para evitar reflejos y que tengan pies de pico de metal y gomas para los diferentes terrenos.

Los cabezales deben embonar perfectamente en los tripés, es recomendable que sean de la misma marca y adecuados para el peso de la cámara, los más comunes tienen tres perillas para rotar la cámara en todas direcciones. Se deben preferir los de metal que permitan movimientos suaves y precisos, firmes, graduados, con burbujas de nivel y zapatas independientes.

Para el sistema de iluminación es recomendable que los tripés puedan alcanzar una altura mayor a los tres metros por el tamaño de algunos murales, igualmente de color oscuro y de preferencia con suspensión de aire para evitar las caídas bruscas en vertical.

También puede resultar necesario un portafondos con el fin de colocar tela o papel que bloquee las entradas de luz parásita en la escena o un fondo a manera de ciclorama en museos y bodegas donde se puedan colocar algunos fragmentos.

3.6 Reproducción fotográfica en secuencia de obras de gran formato

Si las dimensiones del mural y las características del equipo lo permiten, la obra podría ser aprehendida en una sola imagen de alta calidad, de no ser así, se sugiere hacer varias tomas en secuencia para formar una sola, es decir una fotografía panorámica⁴⁴ o simplemente panorama⁴⁵, para ello se recomienda el uso de un cabezal robótico o un sistema de desplazamiento ortogonal a lo largo del mural.

⁴⁴ La expresión “fotografía panorámica” se ha utilizado para designar a las imágenes que abarcan un espacio amplio en la toma, como un paisaje. Ahora, además se usa para nombrar a las que son formadas por varias tomas fotográficas.

⁴⁵ La palabra panorama deriva del griego *pân* (todo) y *hórama* (ver, lo que se ve), por consecuencia: todo lo que se ve (Woeste, H. 2009, p. 4).

3.6.1 Cabezal robótico

De reciente aparición en el mercado, los cabezales robóticos representan la evolución de otros modelos mecánicos conocido como VR⁴⁶, sirven para tomar una serie de fotografías girando en horizontal o vertical desde un mismo punto llamado “punto nodal” (fig. 3.27), la mayoría fueron diseñados para trabajar con objetivos de focal amplia. El cabezal robótico automatiza esta función y la hace más rápida y precisa, con él es posible tomar cientos o quizá miles de imágenes con cámaras compactas o profesionales y por la precisión de cada toma es posible unirlos con relativa facilidad a través de programas de cómputo para generar una sola imagen de gran tamaño que puede ser plana, cilíndrica o esférica y alcanzar resolución de gigapixel⁴⁷ (fig. 3.28).

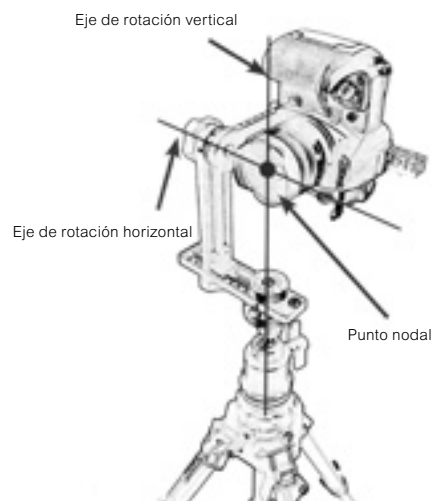


Figura 3.27 Cámara montada sobre cabezal VR que permite el giro de la cámara sobre el punto nodal del objetivo. Ilustración: Harald Woeste, 2009.

Son aparatos pequeños, fáciles de transportar y de uso sencillo, pero se requiere de experiencia y conocimientos medios de fotografía para aprovechar todas sus funciones. Cuenta con batería y cables disparadores para las distintas cámaras. Dependiendo de la marca y modelo, cuentan con diferentes funciones: disparo automático, temporizador, velocidad de movimiento, dirección, horquillado y memoria para guardar las preferencias, entre otras.

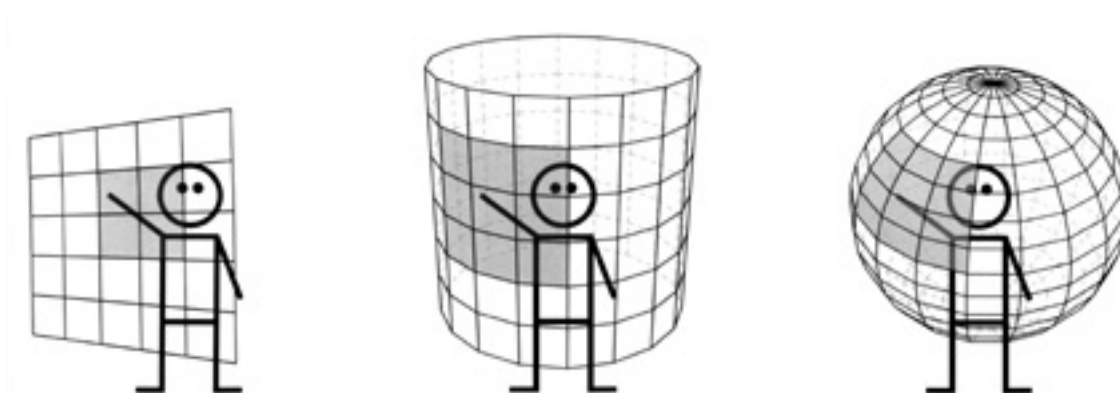


Figura 3.28 De izquierda a derecha, panorama plano, cilíndrico y esférico. Imagen: Harold Woeste, 2009.

⁴⁶ *Virtual Reality*

⁴⁷ Las imágenes de Gigapixel están formadas por cuando menos 1 000 000 000 de píxeles, decenas o centenas de veces la resolución de una cámara de 10 megapíxeles (Madpixel Factory, 2008).

Una de las compañías pioneras en la fabricación de estos aparatos es la alemana Dr. Clauss Bild-und Datentechnik GmbH⁴⁸ cuyos cabezales se han utilizado en varios proyectos de fotografía de obras de arte en alta resolución como: Google Art Project⁴⁹, “La última cena” de Leonardo Da Vinci⁵⁰, los frescos de Giotto di Bondone en la Basílica de San Francisco de Asís, entre otros. Existen también otras marcas como Gigapan⁵¹ (fig. 3.29) quien desarrolló sus productos en colaboración con la NASA, la Carnegie Mellon University y el apoyo de Google.

Existe una variedad de programas de cómputo para unir imágenes, cada uno con características y funciones diferentes. Se pueden dividir de manera general en los que dan prioridad a la secuencia con la que fueron tomadas las imágenes, al nombre y a la fecha y hora de la toma y, los que buscan similitudes entre cada una, la elección deberá ser en función del tipo de imagen, pero se debe preferir el que ofrezca un mayor control en las imágenes individuales y en el panorama general.



Figura 3.29 Cabezal robótico Gigapan modelo: Epic Pro con cámara y objetivo telefoto. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2012.

3.6.2 Reproducción ortogonal de murales

El cabezal robótico es útil cuando se puede alejar lo suficiente para que la distancia entre la cámara y el centro no sea muy diferente de la que hay entre la cámara y los extremos del mural, en caso contrario es necesario el uso de un sistema de desplazamiento ortogonal para tomar una secuencia de imágenes a la misma distancia, paralelo al mural y bajo los mismos parámetros.

Durante varios años, el proyecto “La pintura mural prehispánica en México” del IIEs de la UNAM, buscó un sistema que facilitara esta tarea, debido a que no se encontró nada en los productos comerciales que satisficiera las necesidades requeridas, se diseñaron y construyeron dos

⁴⁸ <http://www.dr-clauss.de/english.htm>

⁴⁹ <http://www.googleartproject.com/>

⁵⁰ <http://www.haltadefinizione.com/home.jsp?lingua=es>

⁵¹ <http://www.gigapansystems.com/>

sistemas en diferentes años, cada uno se adaptó a las características particulares del lugar donde se iba a utilizar y sin lugar a dudas, constituyeron una herramienta adecuada para lograr el registro completo de las obras. El primero se usó para fotografiar los murales de Bonampak, Chiapas en 1997 y el segundo, para el de “La Batalla” en Cacaxtla, Tlaxcala en 2010.

Sistema posicionador de cámara para el registro fotográfico de la pintura mural de Bonampak⁵²

Leticia Staines, Ernesto Peñaloza, Daniel Flores, Francisco Villaseñor y Gerardo Ramírez miembros del proyecto LPMPEM junto con Silvio Tinoco, contribuyeron con sus ideas y esfuerzos para que en el Instituto de Astronomía de la UNAM se construyera un aparato (fig. 3.30) especialmente diseñado para fotografiar los tres cuartos pintados del edificio I de Bonampak, Chiapas, de 270 x 440 cm de base y 380 cm de altura en promedio cada habitación. El objetivo era desplazar la cámara fotográfica en vertical y horizontal, con giro horizontal para posicionarse de frente a cualquiera de los cuatro muros y bóvedas de los recintos mayas.

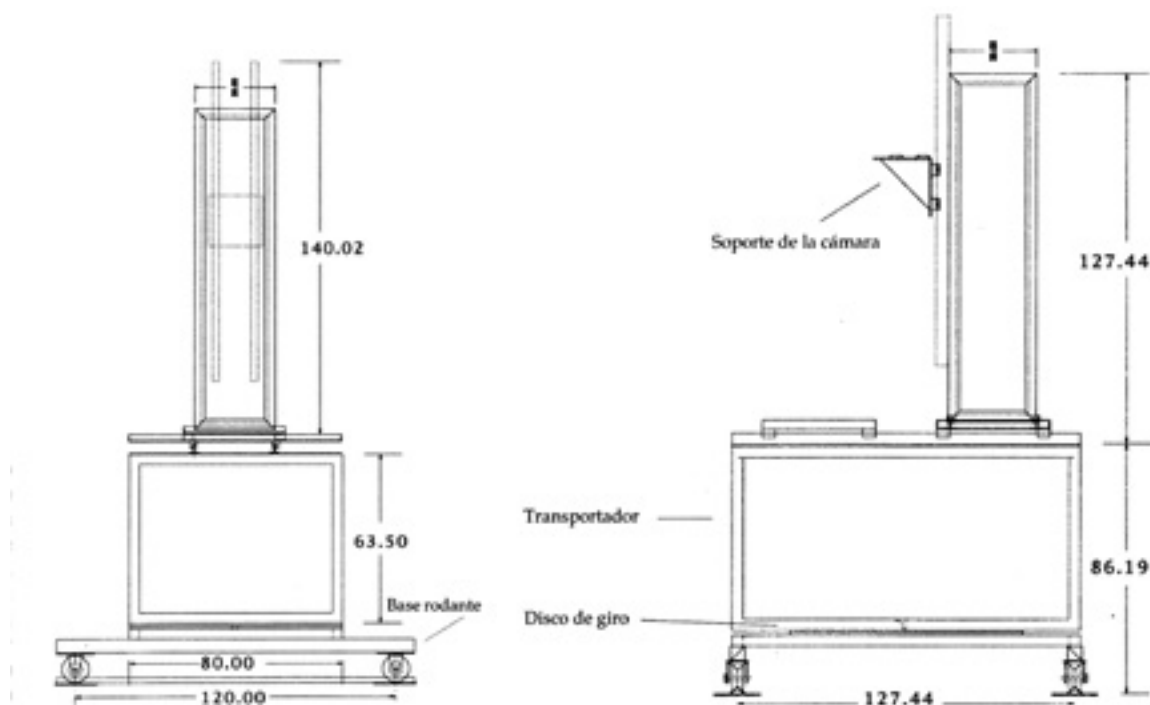


Figura 3.30 Sistema posicionador de cámara para el registro fotográfico de los murales de los tres cuartos pintados del edificio I de Bonampak, Chiapas. Diseño: LPMPEM / Daniel Flores y Silvio Tinoco, 1997.

⁵² Nombre dado por Daniel Flores (comunicación personal, 1997) quien se encargó de interpretar las ideas del seminario de pintura mural prehispánica, IIEs, UNAM y de supervisar su construcción.

El sistema constaba de dos partes principales, llamadas “transportador” (parte inferior) y “soporte de la cámara” (parte superior), la primera era similar a la estructura de un cajón con cuatro ruedas que corrían sobre rieles de ángulo, la segunda se movía en horizontal para acercarse o alejarse al muro, la cámara se montaba sobre esta última y podía colocarse a una distancia variable entre 86 y 135 cm del piso, sin poder llegar más abajo del límite del transportados (Flores, D. 1997, pp. 32-35), Algunas desventajas que presentó esta primera propuesta, fueron la incapacidad del aparato para desplazarse hasta las zonas más bajas o superiores y la dificultad para su armado. La estructura y los rieles eran de fierro con algunas piezas en aluminio, la unión se hacía con tornillos y tuercas por lo que no fue sencilla la transportación ni el armado y sólo se usó en esa ocasión. El sistema funcionó parcialmente ya que no se podía manipular fácilmente, era complicada en su armado y no facilitaba todos los movimientos necesarios.



Figura 3.31 En la parte superior, de izquierda a derecha, fotografías sin editar de los muros oriente, sur, poniente y norte del cuarto 2 de Bonampak, Chiapas tomadas con el sistema posicionador de cámara para el registro fotográfico de la pintura mural. En la parte inferior el desplegado terminado que se utilizó para publicación. Foto: LPMPM / Ernesto Peñaloza, edición digital: Ricardo Alvarado Tapia, 1997.



Figura 3.32 Ernesto Peñaloza sobre el sistema posicionador de cámara, fotografiando los murales del cuarto 2 del Edificio I, Bonampak, Chiapas. Fuente: TV UNAM, 2001.

Se cumplió el objetivo, con ayuda del aparato mencionado, Ernesto Peñaloza (fig. 3.32) fotografió durante varios días en largas jornadas la totalidad las pinturas de los tres cuartos con fotografías positivas en formato 120, los resultados fueron óptimos bajo las circunstancias del momento, el tamaño final del desplegado digital de cada uno de los cuartos es de 77 x 24 cm a 300 ppi (fig. 3.31) y se publicó en los libros referentes a la pintura mural de Bonampak.

Sistema de desplazamiento ortogonal para la aprehensión fotográfica



Figura 3.33 Aprehensión fotográfica con el sistema de desplazamiento ortogonal del mural de "La Batalla" en la Subestructura B de la zona arqueológica de Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

A finales de 2010 el proyecto antes mencionado decidió realizar el registro fotográfico en alta resolución de uno de los murales prehispánicos más completos que a la fecha se han encontrado en México, “La Batalla” ubicado en la subestructura del edificio B de la Zona Arqueológica de Cacaxtla en el estado de Tlaxcala. Se trata de dos tramos pintados sobre sendos taludes divididos por una escalera, de 1239 y 896 cm de largo y 160 cm de alto en promedio. Los principales inconvenientes para fotografiarlos fueron: la cantidad de luz que entra en el día y las placas de policarbonato transparente que se colocaron a 90 cm de distancia del mural para su protección, lo que obviamente haría rebotar la luz e impedía fotografiarlo con calidad a una distancia mayor (fig. 3.33 y 3.34).

Con base en la experiencia anterior, la investigación vertida en esta investigación y las ideas de Ernesto Peñaloza, Pedro Ángeles, Eumelia Hernández, Javier Hinojosa y Norberto Reyes; Patricia Peña y un servidor construimos un nuevo sistema para la aprehensión fotográfica (fig. 3.35). El objetivo era poder obtener una serie de imágenes bajo las mismas características de ortogonalidad, longitud focal, distancias, iluminación y parámetros de la cámara para ensamblarlas en una sola de alta calidad y resolución por dentro de las placas de policarbonato y con la seguridad necesaria para proteger la integridad del mural, el equipo y los participantes.



Figura 3.34 Registro fotográfico ortogonal del lado poniente del mural de “La Batalla” de Cacaxtla, Tlaxcala, para el proyecto la pintura mural prehispánica en México. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010.

Eran necesarios unos rieles firmes y ligeros para poder acceder al interior de las placas de policarbonato, por lo que se utilizó una escalera de aluminio de 350 cm como base. Con pegamento para metal, se adhirieron y atornillaron un par de rieles también de aluminio, que en su parte superior giran unas ruedas presionadas por una base plástica que las guía en la parte superior externa, estos “carritos” transportan unos pequeños recipientes donde se colocan cada una de las tres patas de un tripié. A la que se le pegaron dos cintas métricas en su interior, mismas que se pueden deslizar a lo largo de manera sencilla y estable. Para poder nivelarla en pisos disparejos se colocaron tornillos largos con patas afelpadas con el fin de proteger las superficies delicadas. (fig. 3.36).



Figura 3.35 Patricia Peña en la construcción del sistema regulador de paralelaje para la aprehensión fotográfica. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2011.



Figura 3.37 Tripié con brazo en el que se montó la cámara y el sistema de iluminación. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2010.



Figura 3.36 Carritos y patas afelpadas del sistema regulador de paralelaje. Foto: Ricardo Alvarado y Patricia Peña, 2011.



Figura 3.38 Soleras que unen los soportes que sostiene cada una de las patas del tripié en el sistema regulador de paralelaje “araña”. Foto: Ricardo Alvarado y Patricia Peña, 2011.

Al tripié se le puso un brazo en el que se instaló la cámara y dos cabezas de flash, con lo que se mantuvo equidistante la distancia entre la iluminación, la cámara y el mural, de esta manera se fotografió el mural en sesiones nocturnas (fig. 3.37).

El resultado fue la aprehensión de varias decenas de imágenes digitales con parámetros similares: distancia focal, exposición, iluminación, ortogonales a la obra mural. A diferencia de la experiencia de Bonampak, las imágenes se unieron con relativa facilidad, la fotografía final es de aproximadamente el 65% del tamaño del original a 300 ppi.

El sistema de desplazamiento fue útil y los resultados óptimos, pero se encontraron algunas inconveniencias:

- La escalera tiene problemas de estabilidad por no poderse apoyar bien al piso.
- El sistema de nivelación para pisos dispares es muy tardado.
- El sistema de desplazamiento del tripié no es constante ni seguro.

Para mejorar este último problema, se implementó un sistema de soleras que unen las tres patas del tripié al centro con un tornillo al que se le llamó “araña”, donde se puede colocar un cabezal y por lo tanto una cámara casi al nivel del piso, (fig. 3.38) lo que hizo más fácil y estable el deslizamiento. Aún falta mejorar la estabilidad general, el sistema de nivelación y con los adelantos tecnológicos podría automatizarse.



Figura 3.39 Uso del sistema de desplazamiento ortogonal para fotografiar la pintura mural en el pasillo de la subestructura de “El Castillo” en Tulum, Quintana Roo. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

Meses después el sistema, ya con algunas mejoras, se utilizó en un pasillo angosto dentro de la subestructura de “El Castillo” y en el interior del “Templo de los frescos” en Tulum, Quintana Roo, donde se fotografiaron varios murales para presentarlos en una sola imagen, lo que únicamente se ha hecho en dibujos por la complejidad del registro fotográfico. En este caso, se maneja la cámara desde la computadora porque el espacio de maniobras era demasiado corto y se polarizó la luz. Con la experiencia previa y el uso de “la araña” se pudieron hacer tomas a baja altura y el trabajo fue más rápido que en las ocasiones anteriores, obteniendo muy buenos resultados (fig. 3.39).

3.6.3 Características que debe cumplir un sistema de reproducción fotográfica ortogonal

Después de una exhaustiva investigación en tiendas fotográficas, proveedores de equipos, sitios en internet, fotógrafos profesionales y con el uso de los sistemas mencionados, se proponen las siguientes características para un sistema de reproducción fotográfica ortogonal de murales patrimoniales:

- Firme y estable para la exposición y las sesiones fotográficas.
- Con niveladores de hasta 20 cm para pisos irregulares.
- Desplazamiento horizontal (y) de por lo menos 300 cm paralelo al muro.
- Desplazamiento horizontal (z) mínimo de 50 cm para alejarse o acercarse al muro.
- Desplazamiento vertical (x) desde 20 cm y hasta por lo menos 200 cm de altura.
- Ligero para su transportación y armado.
- Fácil de armar y desarmar, con piezas no mayores a 350 cm para su transportación
- Adaptable a las diferentes características físicas de los lugares donde se encuentran las obras.
- Que no dañe los pisos frágiles de los museos, de las casas particulares o los que en muchas ocasiones son contemporáneos a las pinturas.
- Graduado y con sistema de aseguramiento en sus tres direcciones.
- Automatizado.

3.7 Equipo adicional

Además de la cámara y el sistema de iluminación, el fotógrafo profesional se vale de una gran cantidad de accesorios, muchos de ellos indispensables para la realización de su trabajo.

Pilas

Las cámaras y respaldos electrónicos llegan a usar hasta dos tipos de pilas diferentes y demandan una gran cantidad de energía por el funcionamiento de los circuitos, la transmisión de datos, el manejo de los objetivos y el uso de la pantalla. Es recomendable traer un paquete de pilas extras de preferencia recargables, con las características que el fabricante indique y en su caso los cargadores necesarios.

Equipo de limpieza

Se recomienda incluir una bombilla de aire con brocha, bastoncillos de algodón, un paño suave para limpiar el exterior de los equipos y otro paño especial, toallitas u hojas de papel diseñadas para la limpieza de los objetivos.

Varios

Hay muchos accesorios que pueden ayudar a realizar un mejor trabajo: telas negras de preferencia terciopelo negro de 300 x 300 cm, linterna sorda, pinzas sujetadoras, disco reflejante blanco, plateado y negro; burbujas de nivel, inclinómetro, control remoto para la cámara, cinta métrica, cinta adhesiva tipo Gaffer, pinzas grandes con multiherramientas, pinzas pequeñas de plástico, multicontacto con supresor de picos, guantes de algodón, extensiones eléctricas, escaleras, bolígrafo y cuaderno de notas tapa bocas industrial, brocha suave, entre muchos otros.

Sumario

Debido a las características materiales diferentes a otro tipo de obras, a sus dimensiones y a los distintos lugares donde se ubican los murales patrimoniales: lo mismo pueden estar en casas, museos, edificios públicos o religiosos, que en una excavación o sitio arqueológico, completos o en fragmentos, consolidados o en proceso de excavación y por ser piezas únicas de valor excepcional, frágiles e irrepetibles, se requiere de un sistema de reproducción de buena calidad tanto en sus materiales como en su diseño y construcción, estable y de alto rendimiento, que se pueda adaptar a las distintas circunstancias. Es muy importante utilizar equipo que permita reproducir en lo posible y dentro de las características fotográficas, las cualidades físicas de la obra, la mala calidad o el uso inadecuado de alguna herramienta, puede influir de manera importante en el resultado final.

El cambio constante de la tecnología digital hace que no se pueda recomendar a mediano o largo plazo una marca o modelo específico. Lo que se sugiere es tener muy claro el objetivo a cumplir, conocer las características del equipo y con esta información revisar los sitios de las compañías fabricantes y las hojas técnicas de los equipos. En algunos sitios de Internet prestigiados se ofrecen este tipo de información y las comparaciones de algunos equipos⁵³.

⁵³ Se recomiendan los siguientes sitios:

<http://www.steves-digicams.com/>

<http://www.dpreview.com/>

<http://www.flaar.org/>

<http://www.dxomark.com>

Por obvias razones la cámara es el instrumento más importante en el proceso de captura de imagen, para el trabajo profesional están las de gran y mediano formato a las que se les puede acoplar un respaldo digital, en su mayoría son más complejas que una DSLR tipo 35mm aunque de mejor calidad. Pero en general, por la gran cantidad de piezas patrimoniales que requieren ser registradas fotográficamente se recomienda una tipo 35mm de muy buena resolución y calidad. Al seleccionar una cámara es importante conocer la resolución espacial y la calidad de las imágenes que produce, es decir: la nitidez, claridad o definición, la profundidad de color, las opciones que tiene para el balance de blancos, el rango dinámico y control de ruido, entre otras prestaciones.

El objetivo fotográfico al formar parte del sistema de captura también influye en la calidad final de la imagen. Se deben seleccionar los fabricados para sensores digitales, luminosos, hechos con los mejores materiales -principalmente sus cristales-, con buen control de las aberraciones y de preferencia con focal normal -50 mm para las cámaras tipo 35 mm- porque son los que controlan mejor las distorsiones, lo que permitirá el paso más limpio y nítido de las imágenes hacia el sensor.

El uso de filtros en los lentes no es aconsejable porque pueden influir sobre la calidad de luz que cruza hacia el sensor, sólo se recomiendan los neutros para protección del objetivo y cuando sea indispensable los polarizadores para evitar los brillos indeseables.

Es importante seleccionar una tarjeta de color que sea consistente, que no varíe dependiendo del lote o año de compra y que el negro, gris y blanco sean neutros, así se podrán corregir los colores de la imagen aún con el paso del tiempo y sin necesidad de conocer las condiciones o el sistema de iluminación que se utilizó al momento de la toma.

Por otra parte el uso de un sistema para la aprehensión en secuencia de imágenes del patrimonio mural, es de gran apoyo para la captura de grandes espacios con buena calidad. Existe el cabezal robótico para los lugares donde hay una distancia considerable para alejarse del mural, también se puede emplear un sistema de desplazamiento ortogonal para la toma de secuencias fotográficas bajo las mismas características de encuadre, iluminación y parámetros de la cámara, es una herramienta que facilita el desplazamiento sin tener que modificar la colocación del equipo a menos que el área sea muy amplia, ayuda sobre todo en espacios muy cortos de maniobras donde es prácticamente imposible realizar la aprehensión en una sola toma. Las imágenes obtenidas de estas dos maneras se pueden unir con relativa facilidad para formar una sola fotografía de buena calidad y alta resolución.

Cada una de las herramientas que intervienen en el registro de imágenes, influyen en el resultado final por lo que es recomendable realizar pruebas para conocer el rendimiento, funcionalidad y las características de los equipos bajo determinadas circunstancias y compararlos con otros similares. Es importante conocer sus particularidades, saber qué buscar en ellos y cómo medir los resultados, los fabricantes no siempre dan información fidedigna y en ocasiones puede variar entre los distintos modelos. No se recomienda utilizar equipo de baja calidad para el registro fotográfico de obras patrimoniales, las imágenes obtenidas con él, probablemente sean los únicos testigos visuales que se tengan en un futuro o el medio por el cual se conocerán o estudiarán estas obras.

En el siguiente capítulo se verá lo relativo a los sistemas de iluminación más usados en fotografía y las herramientas que sirven para medir algunas de sus magnitudes, así como las características cualitativas y cuantitativas de los diferentes tipos de luces y su influencia en la reproducción de las imágenes en el color.

CAPÍTULO 4. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

4.1 La visión y la luz

Nuestros ojos han evolucionado para captar una pequeña porción del espectro de las vibraciones electromagnéticas que emanan de nuestra estrella, el sol. Son longitudes de onda relativamente cortas que van de los 400 a los 750⁵⁴ nanómetros⁵⁵ (nm) aproximadamente, del rojo oscuro al violeta y que biológicamente son convenientes para nosotros. Por debajo de los 400 nm entramos en la franja de las radiaciones ultravioletas, rayos X y rayos gamma y por encima de los 700 nm, en la región del infrarrojo, microondas y ondas de radio. Para ver las ondas de radio necesitaríamos unos ojos enormes como antenas y si pudiéramos ver las ondas infrarrojas nos distraeríamos constantemente, puesto que todo objeto caliente brilla a esas longitudes de onda (Achenbach, J. 2001, p. 18) (fig. 4.1).



Figura 4.1 Espectro electromagnético donde se puede observar la parte visible por el ojo humano. Dibujo: Horst Frank, 2005.

* Longitud de onda (m). ** Frecuencia (m).

⁵⁴ Goldstein, (1999, p. 30) dice que captamos longitudes de onda entre los 400 y 700 nm, Sonia Ovarlez (comunicación personal, 2003) la sitúa entre 350 a 750 nm y Pierantoni (1984, p. 119) menciona que la absorción puede llegar hasta los 800 nm.

⁵⁵ Un nanómetro es igual a una diez mil millonésima de un metro (Goldstein, B. 1999, p. 30)

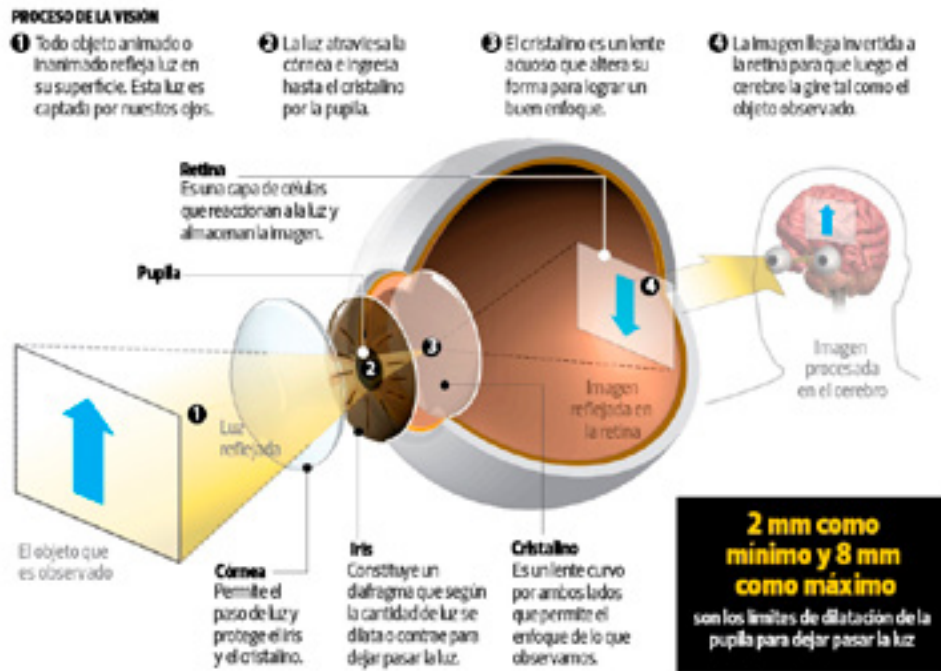


Figura 4.2 La percepción del mundo a través de nuestros ojos. Los órganos que componen el sentido de la vista tienen un funcionamiento parecido al de una cámara fotográfica, pero con una mayor precisión y versatilidad. Infografía: Carlos Ramírez con información de Tomás Unger (s.f.).

La visión se da cuando algunos rayos de luz inciden sobre un objeto, éste absorbe parte de ellos y refleja otros, algunos son captados por el ojo donde son enfocados por la córnea y el cristalino a través del orificio llamado pupila, van hacia al fondo del globo ocular en la retina, donde son recibidos por una delgada red de neuronas en donde se encuentran: los conos que son estimulados por la luz intensa y perciben el color y los detalles; los bastones que responden a la luz tenue y por otras cuatro clases de neuronas⁵⁶, donde se transforman en impulsos eléctricos y son enviados por el nervio óptico al cerebro, es ahí donde se produce la sensación de color (fig. 4.2) (Goldstein, B. 1999, pp. 29-41).

Los seres humanos tenemos tres tipos de conos (Pierantoni, 1984, p. 119):

- P-440 sensibles a las ondas que van del violeta al azul.
- P-540 sensibles a los verdes y ligeramente a los azules y amarillos.
- P-575⁵⁷ sensibles a la gama que va del amarillo al rojo.

⁵⁶ Bipolares, horizontales, amadrinas y ganglionares.

⁵⁷ El número quiere decir que su máximo de absorción está en ese valor de longitud de onda (Pierantoni, 1984, p. 119).

Los bastoncillos absorben alrededor de los 503 nm y son sensibles a los azules y verdes pero con poca iluminación, la falta de alguno de estos receptores provoca lo que se conoce como daltonismo que es la cambio de un color por otro.

El procesamiento visual no es únicamente la parte física y química de la visión, todo este complejo funcionamiento del organismo va orientado hacia los estímulos que nos interesan; los pensamientos del observador, sus intereses, experiencias y significado del estímulo influyen en la percepción. William James dice al respecto:

Millones de objetos que se presentan a mi sentidos, nunca entrarán a mi experiencia... porque no me interesan. Mi experiencia es lo que consiento en atender...mi atención consiste en apartarme de algunas cosas para ocuparme mejor de otras.

(Goldstein, B. 1999, p. 118)

El desarrollo de nuestras habilidades sensoriales es producto de la evolución necesaria para adaptarnos al mundo en el que hemos vivido, no todos los integrantes del reino animal hemos evolucionamos igual, ni experimentamos la naturaleza de la misma forma (Classen, 2006). La percepción es una experiencia personal aunque supone una similitud entre los individuos, existen pequeñas diferencias debido a las desemejanzas en los sistemas preceptuales: ojos, nervios y cerebro (Goldstein, B. 1999, p. 152).

De manera similar, la fotografía captura el reflejo de un objeto o escena provocado por una fuente de luz natural o artificial; la calidad y cualidades de la luz: dirección, intensidad, color de la luz, entre otros, influyen directamente sobre la imagen aprehendida, de ahí la trascendencia de la iluminación en la fotografía.

4.2 Características cualitativas y cuantitativas de la luz

La luz puede variar en sus características dependiendo de su origen: temperatura de color, ángulo de refracción, suavidad o dureza, intensidad, continuidad y polarización entre otras, lo que afecta directamente en las cualidades de la imagen fotografiada.

4.2.1 Fotometría

La parte de la física que trata de la medición de las características de la luz se llama fotometría y define cierto número de magnitudes a través de estándares establecidos en el Sistema Internacional de Mediciones, entre ellos los siguientes (Aumont, J. 1992, pp. 23-24):

- El flujo luminoso es la cantidad total de energía luminosa emitida o reflejada por un objeto, su unidad de medición es el **lumen** (lm), es una medida de la potencia luminosa percibida.
- La intensidad luminosa se define como el flujo por unidad de ángulo sólido; se expresa en **candelas** (cd), en otras palabras es la intensidad de la llama de una vela vista en un plano horizontal.
- La **luminancia** es la intensidad luminosa por unidad de superficie aparente del objeto lumínico en una dirección dada, se expresa en cd/m^2 .
- A la cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie, dividido por el tamaño de dicha superficie se le llama **iluminancia** (E) y su unidad de medida es el **Lux** (lx) que equivale a la iluminación uniforme de un lumen sobre un m^2 de superficie (lm/m^2) (Meetthings, 2012), se usa como medida de la intensidad luminosa.

El fotómetro proporciona la medición de la intensidad de la luz en luxes, detectando las más pequeñas variaciones entre una zona u otra, pero no da la información de los valores de apertura del diafragma y la velocidad de obturación necesarios para la fotografía, para ello se necesita un exposímetro, éste registra la intensidad de luz y la muestra en números que designan la combinación mencionada de acuerdo a la sensibilidad ISO⁵⁸ que se esté manejando, con el fin de obtener una exposición correcta o equilibrada.

La relación entre la iluminancia de una fuente de luz y la que llega a un objeto, se rige por la **ley de la inversa del cuadrado de la distancia** (Segurajáuregi, comunicación personal, 2008) (fig.4.3) que dice :

La luz que un objeto recibe es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre dicho objeto y la fuente de iluminación.

Esta ley es válida si la dirección del rayo es perpendicular a la fuente de iluminación y sirve para iluminaciones puntuales, mientras más grande o difusa es la luz más alejada de cumplir con esta ley estará (Lazslo, C. s.f.). En el experimento sobre las cualidades de las fuentes de iluminación que más adelante se puede encontrar, están los resultados sobre la influencia de la distancia en luces de Tungsteno, fluorescente y de destello con algunos accesorios.

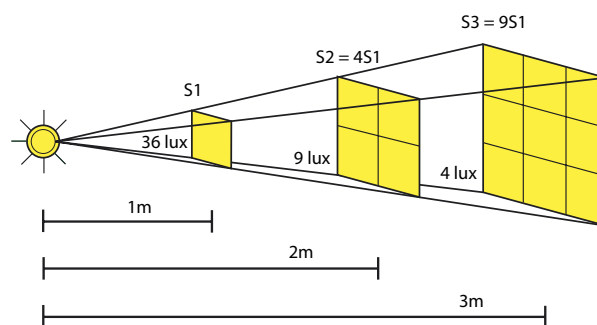


Figura 4.3 La luz varía de acuerdo al cuadrado de la distancia entre la fuente de luz y el elemento a iluminar. Ilustración: Patricia Peña tomado de Carlos Lazslo, s.f.

⁵⁸ El ISO es la sensibilidad de la película o del sensor a la luz.

4.2.2 Distribución de la luz visible en el espectro electromagnético

La luz se puede representar de acuerdo a la cantidad de energía que emite a lo largo del espectro electromagnético visible (*spectral power distribution, SPD*), que se sitúa entre los 380 y 750 nm,

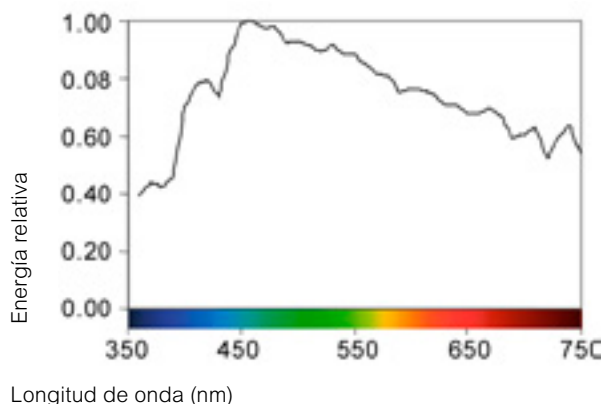


Figura 4.4 Espectro electromagnético del iluminante D65 de luz de día. Dibujo: Kevin Houser, 2006.

por lo regular las medidas se muestran cada 5 o 10 nm. Cada tipo de iluminación posee curvas de distribución particulares que muestran cómo se ve, o lo que importa más para esta investigación cómo ilumina los objetos (Ortiz, F. 2002, p. 11). Por ejemplo, el espectro de la luz incandescente es abundante en tonos cálidos, disminuyendo considerablemente hacia los fríos, mientras la luz de día es más equilibrada, pero con algunos picos, contiene un poco más de cian-verde y va disminuyendo hacia el rojo, (fig. 4.4) (Laszlo, C. s.f.).

Iluminantes

Fuente de luz e iluminante tienen significados distintos, una fuente de luz es un emisor físico de radiación luminosa, un iluminante es un color exacto de la luz con una representación específica de la distribución de su energía luminosa de las distintas longitudes de onda de la región de luz visible. De ese modo, de cualquier fuente luminosa real se puede derivar un iluminante, es decir, se puede tabular su curva de distribución espectral. También se pueden idear iluminantes teóricos que no tengan una correspondencia en el mundo real (Sánchez, G. 2011).

La Comisión Internacional de Iluminación ha estandarizado ciertos iluminantes para poder describir o correlacionar algunos colores de la luz (Sánchez, G. 2011; Ortiz, F. 2002, p. 12) (fig. 4.6):

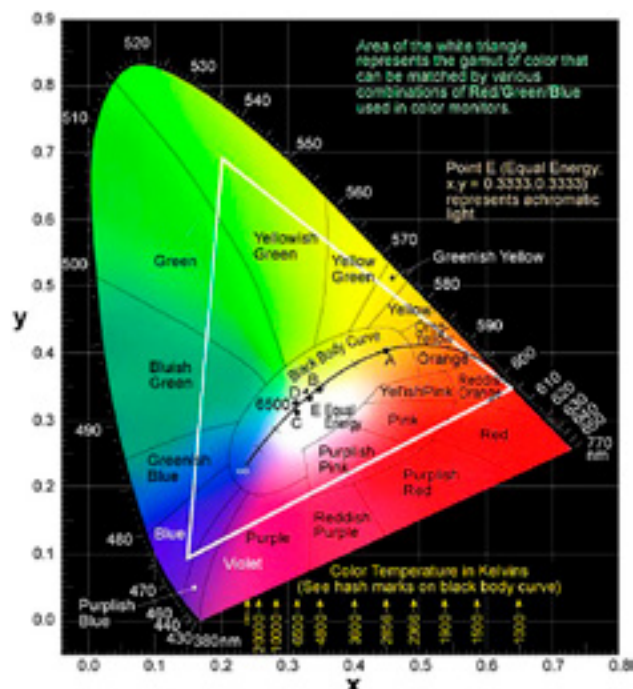


Figura 4.5 Diagrama de cromaticidad CIE, 1931. Los colores dentro del triángulo pueden ser producidos por la combinación RGB. La línea negra que atraviesa la parte blanca representa la curva de radiación de un cuerpo negro Fuente: LEDtronics Inc. & Andrew T. Young.

En 1931 se reconocieron los iluminantes A (2857 K), B (4870 K) y C (6770 K), basados en la bombilla incandescente de tungsteno, B y C prácticamente ya no se utilizan.

La serie D, describe situaciones de iluminación de luz de día en distintas latitudes del mundo, fue propuesta como estándar en 1965. El iluminante D50 (5003 K) es utilizado para las artes gráficas, el D65 (6504 K) describe las condiciones promedio de la luz del día en Europa Occidental y es el estándar para monitores.

El Iluminante E es equienergético y sólo existe en teoría, definido sólo como referencia colorimétrica para la realización de cálculos de color. Representa al blanco que se obtiene al estar presente todas las longitudes de onda del espectro visible con igual energía (su representación gráfica es una línea recta horizontal). Por sus características, no tiene temperatura de color (el iluminante más cercano es el D55, 5500 K).

La serie F de iluminantes estándares (de F1 a F12) sirven para estandarizar lámparas y tubos fluorescentes.

4.2.3 Temperatura de color

El color de la luz depende de longitudes de onda existentes y predominantes, la mayoría de las fuentes luminosas no emiten una sola longitud sino muchas, a lo que se le llama espectro continuo. Pero también existen las de espectros discontinuos, que irradian energía sólo en algunas partes del espectro lumínico como las lámparas de sodio o de vapor de mercurio (Freeman, M. 2000, p. 111).

El término "temperatura de color" se debe al tono que adquiere un objeto teórico llamado "cuerpo negro" al ir incrementando su temperatura, por lo tanto a su cualidad cromática derivada de la distribución de su energía en el espectro electromagnético, pero no necesariamente es representativa de este último (Bravo, J. 2006; Eastman Kodak, 2011) (fig. 4.6). Su unidad de medida establecida por el escocés William Thompson Kelvin en 1847 es el Kelvin⁵⁹ no "grados Kelvin" como se suele utilizar, cuyo símbolo es K (Boscarol, M. 2007a), o los grados micro recíprocos "mireds"⁶⁰, usados para seleccionar el filtro Kodak adecuado para la corrección de color.

Mientras más largas son las ondas electromagnéticas dominantes, baja la temperatura de color y más cálida o rojiza es la luz; mientras más cortas son las ondas, sube la temperatura y más azul o fría es la luz.

⁵⁹ El cero de la escala Kelvin equivale a -273°C , lo que significa que excede a la escala centígrada en 273°C . Así por ejemplo, una lámpara de 6500 K equivale al color que toma un "cuerpo negro" cuando es calentado a una temperatura de $6500 - 273 = 6227^{\circ}\text{C}$ (Laszlo, C. s.f.).

⁶⁰ El valor mired de una fuente luminosa se determina dividiendo un millón por la temperatura de color en grados Kelvin. La capacidad de un filtro para modificar el color de una fuente luminosa expresada como un valor mired positivo o negativo se llama desviación mired. Los filtros amarillos tienen valores de desviación mired positivos, lo que significa que aumentan el valor mired de la fuente luminosa y reducen su temperatura de color. Los azules tienen desviaciones negativas, bajan el valor mired de la fuente y elevan su temperatura de color. Un decamired equivale a diez mireds, un cambio de color detectable por el ojo humano (Motivarte, 2007).

EXPLAINED COLOUR TEMPERATURE SCALE

The colour temperature range of your camera depends on the white balance setting used. The measurements on the left are in degrees Kelvin...

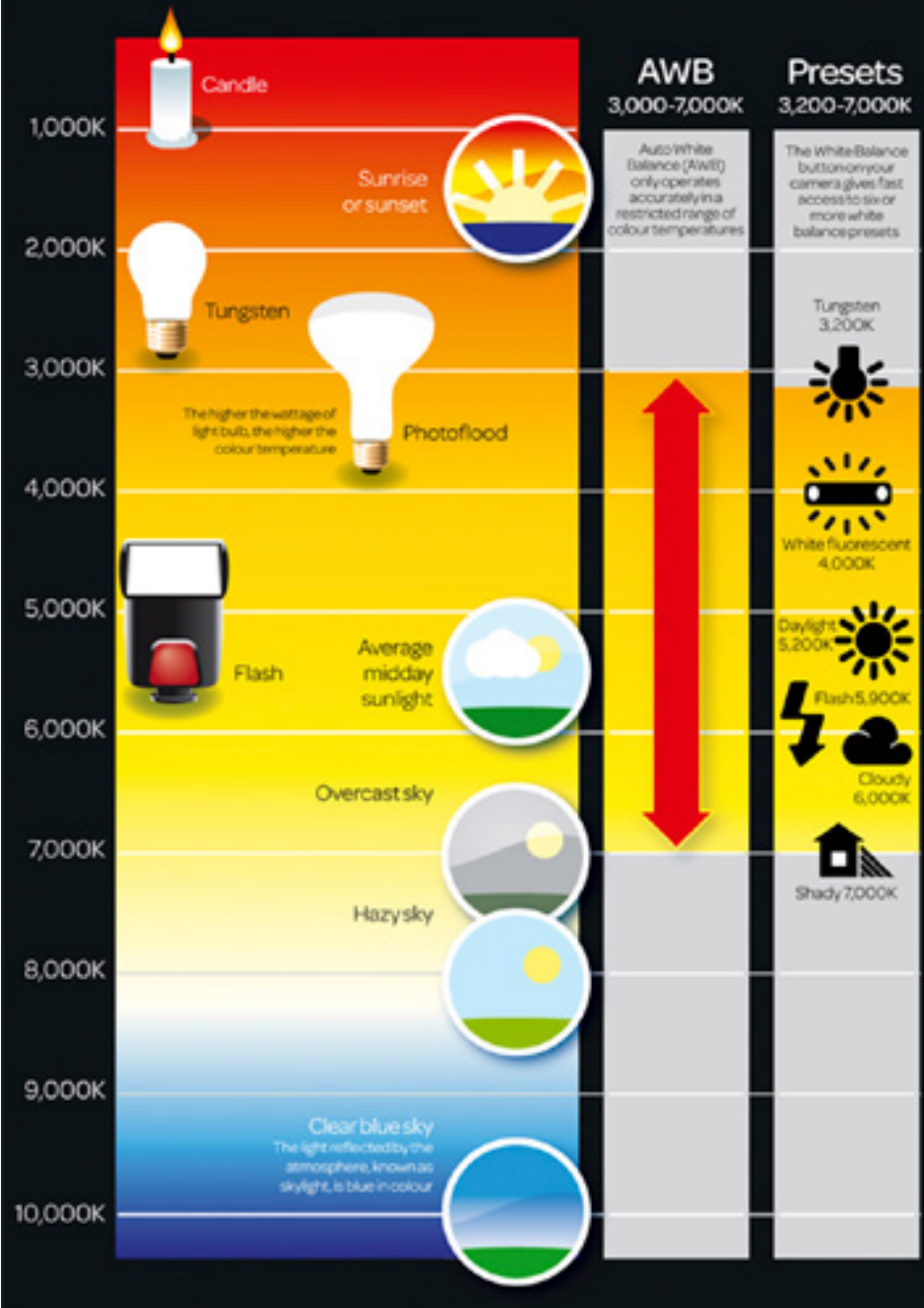


Figura 4.6 Temperatura de color y su relación con algunas fuentes de iluminación para fotografía. Fuente: digitalcameraworld.com

Algunas fuentes luminosas pueden tener la misma temperatura de color, pero los resultados fotográficos obtenidos pueden ser completamente diferentes, debido a que su distribución en el espectro electromagnético no es igual (Eastman Kodak, 2011). En este mismo aspecto, a dos colores perceptualmente parecidos, pero con diferente distribución electromagnética se les llama metámeros, por ejemplo, el amarillo puede ser un color puro o se puede apreciar por la mezcla visual del rojo y el verde.

Temperatura de color correlativa

La Temperatura de Color Correlativa (TCC) es el término que se recomienda utilizar para las fuentes de luz fluorescentes u otras como las de descarga, en lugar de “temperatura de color” debido a que no tienen un espectro electromagnético continuo. Pero este valor no debe ser utilizado si la luz que emiten tiene un espectro discontinuo, es decir, que contenga altas emisiones en algunas partes y muy bajas en otras, lo que se puede saber si su índice de reproducción cromática (CRI - *Color Rendering Index*) es menor a 90 (Guía Cinegel, 2007).

Otros autores mencionan que al ser “un cuerpo negro” un objeto teórico y que no existe un comportamiento así en la realidad, se debe utilizar “temperatura de color correlativa” en lugar de “temperatura de color” para todas las fuentes de iluminación u objetos, en lo que parece tener razón (Rodney, A. 2005).

Con el espectrofotómetro y algunos programas de cómputo, además de tener la función de un fotómetro para medir la intensidad de la fuente, se pueden obtener las mediciones de la temperatura de color correlativa en Kelvin (K), el índice de reproducción cromática y la composición espectral de la luz (reflejada o incidente).

4.2.4 Índice de reproducción cromática

Las distintas fuentes de luz reflejan los colores de manera diferente, ni siquiera la luz del sol será igual durante el día: dependerá de la hora, las condiciones de la bóveda celeste, el lugar en la tierra, etc. También puede haber variaciones cuando la luz proveniente de una determinada fuente es reflejada total, parcial o directamente absorbida por la superficie iluminada, por el tipo de luz y por textura de los materiales donde incide (Laszlo, C. s.f.) (fig. 4.7).

El valor del índice de reproducción cromática (IRC) se determina iluminando un conjunto de ocho colores establecidos por la norma DIN 6169 con una luz de referencia y con la luz que se analiza. En una escala de 0 a 100, donde cero implica distorsión total y 100 una excelente reproducción del color (Ornalux, 2004), se dirá que una fuente tiene IRC óptimo si está entre

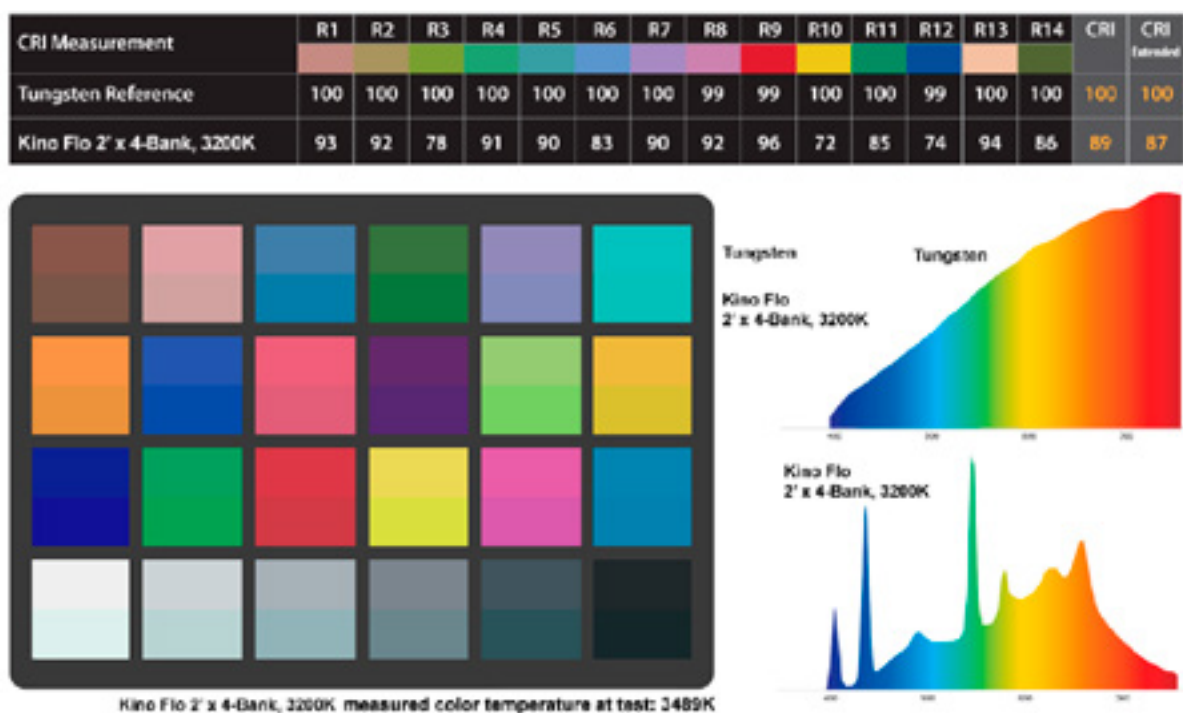


Figura 4.7 Comparación del índice de reproducción cromática de luz de tungsteno genérica y luz fluorescente marca Kino Flo. Se puede observar una ligera variación en la parte superior de cada color iluminada con tungsteno y en la inferior iluminada con fluorescente, debido a la distribución que cada uno tiene en el espectro electromagnético que se muestra. Fuente: <http://provideocoalition.com> / Art Adams, 2012.

85 y 100, bueno entre 70 y 85 y discreto o malo de 50 a 70 (Laszlo, C. s.f.). A los espectros continuos de las lámparas incandescentes o de la luz del día se los considera óptimos para la reproducción cromática, dependiendo de la marca y modelo pueden llegar a tener un IRC de 100, aunque en realidad ninguno de los dos es perfecto, ni iguales y tampoco tienen la misma temperatura de color.

4.3 Daños causados por la luz

Los cambios en la temperatura, la humedad y la luz son algunos de los factores que influyen en el deterioro de las pinturas murales. Los componentes más dañinos de la luz son: la radiación infrarroja (IR) por el calor que emana y la radiación ultravioleta (UV), al igual que las longitudes de onda correspondientes al color violeta, azul y parte del verde (entre los 400 y 500 nanómetros aproximadamente) (fig.4.8), debido a que provocan cambios fotoquímicos en los materiales orgánicos. El desvanecimiento del color es sólo una indicación superficial del deterioro que se extiende hasta la estructura química y física (Laszlo, C. s.f., Lindblom, B. 2007).

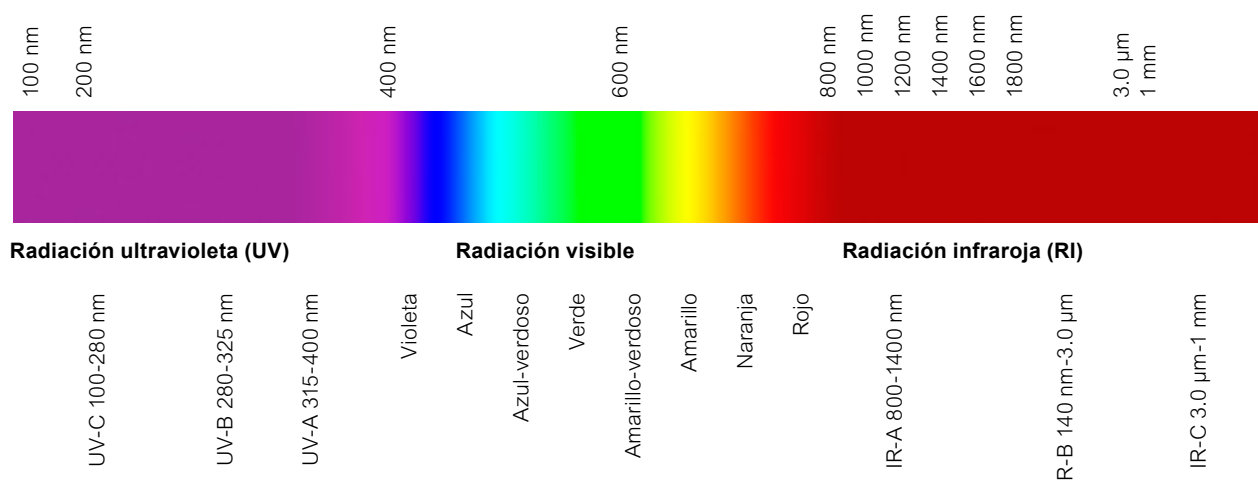


Figura 4.8 De acuerdo con la norma DIN 5031, el término “radiación óptica” se refiere al intervalo de longitudes de onda entre 100 nm y 1 mm. “Luz” y “radiación visible” es la gama de longitud de onda entre 400 nm y 800 nm, que puede ser percibida por el ojo humano. La radiación óptica con longitudes de onda más cortas que 400 nm se denomina ultravioleta y se subdivide en UV-A, UV-B y UV-C. De manera similar, el infrarrojo cubre la gama de longitudes por encima de los 800 nm y se subdivide en IR-A, IR-B e IR-C. Imagen: Ricardo Alvarado Tapia, 2012 basado en Giga Hertz-Optik, 2008.

No todas las fuentes de iluminación emiten la misma radiación, los tubos de luz fluorescente⁶¹ y en mayor grado la luz solar originan una importante cantidad de rayos UV de longitudes de onda más pequeñas, pero de mayor frecuencia por lo que bombardean un objeto con mayor energía en menor tiempo y rompen los enlaces atómicos de los compuestos orgánicos, dañando las obras fabricadas con estos materiales como el soporte de cal, los enlucidos o la capa pictórica de la mayoría de los murales y son los responsables de la decoloración. En la actualidad, la mayoría de los sistemas profesionales de iluminación ya vienen con recubrimiento para evitar el UV, también se pueden conseguir numerosos accesorios para lograr un adecuado filtraje (Lindblom, B. 2007; Herascu, N. 2008, p. 96; Collins, S. 1992, pp. 45-47).

La radiación infrarroja emitida en mayor proporción por las luces de tungsteno no causa los daños a nivel atómico que produce el UV, tienen menos energía y menor frecuencia, pero convierte una gran parte de la energía en calor, por lo que puede resecar el ambiente y generar cambios rápidos en la humedad lo que afecta a los murales, el tungsteno-halógeno de algunos equipos y luces de modelado, sí requieren ser filtrados para UV. Para minimizar el daño por calor, se recomienda no dirigir las lámparas directamente al mural sino rebotarlas en paraguas, reducir al mínimo el tiempo de exposición y encender las lámparas únicamente al momento de la toma o de las mediciones. También es posible usar filtros anticalóricos, lo que no disminuye la temperatura ambiental, ni el cambio en la humedad (Bravo, J. 2003; Lindblom, B. 2007).

⁶¹ En algunos museos y bodegas se utiliza este tipo de iluminación por ser ahorradora de energía y porque se piensa que al ser luz de la llamada “fría” daña en menor medida a las obras, lo que no necesariamente es cierto.

Las luces de destello (Xenón) tienen una baja emisión de UV e IR en comparación con las fluorescentes y de tungsteno respectivamente, además es sólo una fracción de segundo la que dura la irradiación (1/150 seg. aprox.), por lo que no causa alteraciones de importancia.

Pruebas realizadas en el Laboratorio Nacional de Investigación en Conservación de la National Gallery de Canadá en 1970, revelaron que una cantidad tan importante como 25,000 destellos de flash a un metro de distancia, no causan daños de importancia sobre los pigmentos (Collins, S. 1992, p. 45). Ésto es equivalente a tener un foco de Xenon prendido aproximadamente una hora. Actualmente se realizan nuevas investigaciones en el *Canadian Conservation Institute* para desarrollar guías sobre la estimación de los daños causados por la luz (Lindblom, B. 2007).

Es importante saber que los daños causados por la luz son acumulativos e irreversibles, la reducción de niveles de iluminación significa menos daño a largo plazo.

4.4 Tipos de iluminación

Al querer iluminar espacios interiores y/o prolongar la realización de actividades, el hombre ha buscado sistemas de iluminación artificiales. En la actualidad la luz se puede crear por distintos métodos (Boscarol, M. 2007b):

- **Incandescencia:** Un cuerpo sólido que se calienta por encima de los 1000 K.
- **Descarga en un gas:** Se pasa corriente eléctrica a través de un gas.
- **Fotoluminiscencia:** La radiación es absorbida por alguna sustancia y reenviada con un cambio en su longitud de onda.
- **Fluorescencia:** Su luz se emite por la excitación de un gas.
- **Fosforescencia:** Las emisiones continúan tras el cese de las radiaciones.
- **Catodoluminiscencia:** Algunos materiales llamados "fósforos" emiten luz cuando se les bombardea con electrones (tubos de rayos catódicos).
- **Electroluminiscencia:** Pasa corriente eléctrica a través de algún cuerpos sólido.
- **Quimioluminiscencia:** Algunas reacciones químicas provocan la emisión de luz.

Los distintos tipos de iluminación pueden clasificarse dependiendo del material que las produce, por su temperatura de color o si son continuas o de destello. Las más comunes en fotografía son:

4.4.1 Luz de día

La luz del sol es la fuente de luz más grande que tenemos, pero no es constante y no se puede controlar. Varía de acuerdo a la hora del día, la humedad, la contaminación en el aire o la latitud y longitud geográfica, al amanecer tiene un tono más rojizo, más cálido y a medida que el día va pasando, su luz se va haciendo más amarilla hasta tornarse blanca, después al final del día vuelve a quedar anaranjada - rojiza. Su temperatura de color puede variar desde los 3,200 K hasta los 8,000 K (Guía Cinegel, 2007).

La luz del medio día tiene un tono ligeramente azul, debido a que las moléculas de la atmósfera dispersan las ondas más pequeñas que son las azules y violetas, y dejan pasar las naranjas y rojas, el color que más se dispersa es el violeta seguido por el azul, pero como el ojo humano es más sensible al azul es éste el que aparece dominante en el cielo. Los atardeceres y amaneceres se ven naranjas porque la luz del sol recorre tal porción de atmósfera que los tonos azules y violetas sufren una gran dispersión y no llegan a nuestros ojos, no sucede así con los tonos naranjas y rojos⁶² (Pérez, I. 2002).

La luz solar es muy dañina porque contiene grandes cantidades de ondas infrarrojas y ultravioletas, veinte veces más dañina que una lámpara incandescente y diez más que una fluorescente (Laszlo, C. s.f.).

4.4.2 Luz de destello

Los flashes electrónicos o luces de destello, por lo general están compuestos por un elevador de tensión, un condensador que acumula la energía, un circuito de disparo, un control conectado a los mecanismos de la cámara y un tubo flash lleno de un gas noble, generalmente Xenón (Monje, L. 1992c). Cuando a los electrodos sellados a los extremos del tubo se les aplica un alto voltaje, el gas se ioniza y genera un destello de luz de muy corta duración, misma que puede ser regulada en algunos equipos, manual o automáticamente a través de sensores o células fotoeléctricas, al igual que la intensidad (Zona 10, 2002).

Por lo general los flashes emiten radiaciones UV debido al uso del cuarzo⁶³ que potencia éste tipo de rayos (Langford, M. 1990, pp. 257). Su temperatura de color ronda entre los 5000 y 5600 K (Elinchrom y Bowens, 2012), estas medidas difieren un poco de las encontradas en los resultados del experimento que más adelante se podrá encontrar.

⁶² El fenómeno de dispersión se conoce como efecto Rayleigh, causado por el tamaño de las moléculas, no por su composición química (Pérez, I. 2002).

⁶³ Nombre asignado a la sílice fundida o a arena fundida utilizada para formar los contenedores de alta temperatura en la industria de la iluminación. El cuarzo tiene el aspecto del vidrio, pero soporta las altas temperaturas necesarias para contener descargas de arco de alta intensidad (General Electric, 2007).

4.4.3 Luz incandescente

La luz incandescente se origina por la lenta combustión de un filamento de tungsteno adentro de un cristal que contiene un gas inerte como el argón y/o nitrógeno (U.S. Department of Energy, 2007), convirtiendo sólo un pequeño porcentaje de la energía en luz, el resto se transforma en calor.

Las luces de tungsteno tardan algunos segundos en alcanzar su grado máximo de luminosidad y pueden cambiar de intensidad con las variaciones de voltaje y el tiempo de uso, se recomienda que las unidades pares tengan el mismo tiempo de vida, esperar después de encenderlas para tomar la primer imagen y tener mucho cuidado con su manejo ya que pueden calentarse mucho.

Las fuentes de tungsteno-halógeno, mantienen constante su temperatura de color a través de tiempo y no se ennegrecen a diferencia de las lámparas comunes de tungsteno, pero emiten mucho más calor que éstas. Los halógenos proporcionan una gama cromática más equilibrada y emite menos de 75 microvatios/lumen (Mw/lm) de radiaciones ultravioletas, cifra tope admisible para las fuentes lumínicas de archivos, museos, etc.

La temperatura de color de este tipo de luces especiales para fotografía, varía entre los 3200 y 3400 K dependiendo de los modelos, marcas y tiempo de uso. Cuando se les aplica un *dimmer* o hay una caída de voltaje, la temperatura de color de la luz emitida suele ser más baja en la zona de los 2400 K - 3000 K (Guía Cinegel, 2007). Su luz contiene más amarillo, naranja y rojo que la luz del sol, por lo que no se recomienda para respaldos de barrido debido a su alto nivel de luz infrarroja (Hunter, F. 1997, p. 290).

4.4.4 Luz fluorescente

Una lámpara fluorescente consiste de un tubo de cristal sellado que contiene una pequeña cantidad de mercurio y un gas inerte como el argón, a presión muy baja (U.S. Department of Energy, 2007). Su luz es provocada por la excitación eléctrica del gas y no por incandescencia, tarda aproximadamente treinta minutos en alcanzar su grado más alto de luminosidad.

Producen una luz uniforme, difusa y muy superior a la incandescente con el mismo número de vatios de consumo, una luz fluorescente de 40 w genera de 1700 a 3450 lúmenes, una bombilla incandescente del mismo consumo sólo 360 lúmenes (Crespo, C. 1984).

La luz fluorescente emite 400 Mw/lm de radiaciones ultravioletas muy por encima de los 75 permitidos para museos, aspecto corregido en equipos profesionales por la utilización de filtros absorbentes que recubren los tubos, bajando la radiación UV a niveles inferiores a 75 microvatios/lumen con la misma intensidad lumínica.

El rango de temperatura de color correlativa de luces fluorescentes es muy amplio, las profesionales para fotografía se encuentran entre los 5000 y 5600 K, pero su espectro electromagnético es discontinuo. Las lámparas fluorescentes de trifosfato⁶⁴ tienen un IRC de 90 aproximadamente y las estándar entre 62 y 70 (Digital Dingus, 2005)⁶⁵.

Las lámparas de última generación utilizan balastros de alta frecuencia, que evitan parpadeo, regulando los pequeños cambios de corriente y manteniendo la intensidad constante (Better-light, 2006).

⁶⁴ Tienen un tipo de fosfato para cada color primario: rojo, verde y azul.

⁶⁵ Los datos obtenidos como resultado del experimento que más abajo se expone, son diferentes de los rangos anteriores.

4.5 Experimento para la caracterización y comparación de sistemas de iluminación de luz incandescente, fluorescente y de destello ⁶⁶

La información que se ha presentado sobre los tipos de iluminación más comunes para fotografía es la encontrada en las fuentes documentales, pero debido a que no fue suficiente para determinar la influencia de cada uno en la reproducción fotográfica⁶⁷, se consideró necesario realizar pruebas a través del diseño de un experimento para conocer, analizar, interpretar y comparar algunas de las características cuantitativas y cualitativas de cada uno ellos y así determinar el más adecuado para la reproducción del color y por lo tanto, de obras murales patrimoniales. Los resultados no siempre son acordes con la información documental, lo que se puede explicar por las diferencias entre las marcas y modelos, el contexto y el tipo de pruebas para la obtención de resultados o al avance de la tecnología respecto a la fabricación de sistemas de iluminación, entre algunas causas posibles.

4.5.1 Objetivos

Conocer, analizar, interpretar y comparar algunas de las cualidades y calidades de los tres tipos de iluminación más comunes en fotografía: luz fluorescente, luz incandescente y luz de destello, respecto a su temperatura de color correlativa (TCC), índice de reproducción cromática (IRC), iluminante estándar correlacionado (IEC), curva de distribución en el espectro electromagnético y su relación con la variación de distancia, intensidad y el uso de accesorios, para saber cuál es el más adecuado en la reproducción fotográfica.

4.5.2 Personal

Responsable:

Ricardo Alvarado

Apoyo:

Teresa del Rocío González, Patricia Peña y Juan Carlos Villavicencio⁶⁸

⁶⁶ El presente experimento se apoya en el método y descripciones propuestas en la Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (Fundibeq, s.f.) y en Florián, A. 2008.

⁶⁷ Hasta donde se sabe, no existen referencias para el cambio de temperatura de color, el índice de reproducción cromática o el iluminante en base a la distancia o a la potencia de una fuente de iluminación.

⁶⁸ Las licenciadas González y Peña tienen amplia experiencia en el registro fotográfico de murales prehispánicos, coloniales y modernos, el licenciado Villavicencio es un profesional de la fotografía especializado en producto.

4.5.3 Equipo⁶⁹

Sistemas de iluminación

- Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Elinchrom, modelo: D-Lite 4. Potencia: 25 - 400 Ws, 5 *f* stops (fig. 4.9).
- Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Elinchrom, modelo: 500. Potencia máxima: 500 Ws, 5 *f* stops.
- Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Elinchrom, modelo: RX 600. Potencia: 18 - 600 Ws, 6 *f* stops (fig 4.10).
- Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Multiblitz, modelo: Compact 400. Potencia máxima: 400 Ws, 4 *f* stops (fig. 4.11).
- Sistema de iluminación de luz incandescente, marca: Lowel, modelo: Tota. 750 Ws.
- Sistema de iluminación de luz incandescente, marca: Lowel, modelo: V. 500 Ws (fig. 4.12).
- Sistema de iluminación de luz fluorescente, marca: Hancock.
- Sistema de iluminación de luz fluorescente, marca: Fluo Tec, modelo: Petit 4 plus. 220 Ws (fig. 4.13).



Figura 4.9 Luz de destello, Elinchrom, D-Lite 4.
Fuente: elinchrom.com



Figura 4.10 Luz de destello, Elinchrom, Style RX 600.
Fuente: elinchrom.com



Figura 4.11 Luz de destello, Multiblitz, Prolite Compact 400. Foto: E. Van Der Aa, 2011.

⁶⁹ La información ha sido tomada de los datos incluidos en los equipos o de los sitios en Internet de los fabricantes.

Fotómetros

- Exposímetro, marca: Sekonic, modelo: L-35.
- Espectrofotómetro, marca: x-rite, modelo: i1Pro (fig. 4.14).

Equipo de cómputo

- Computadora portátil, marca: Apple, modelo: Macbook 2 Ghz, Intel core duo.

Accesorios

- Filtros polarizadores.
- Filtros azules.
- Sombrillas plateadas de tela de 27", marca: Lowel.
- Sombrillas blancas de plástico de 30", marca: Multiblitz.
- Sombrillas blancas de plástico de 30", marca: Elinchrom.
- Cajas de luz de 26", marca: Elinchrom, modelo: Portallite.

Otros

- Telas negras.
- Bolsas de plástico negras.
- Transportador.
- Flexómetro.
- Cinta adhesiva.
- Inclínómetro.



Figura 4.12 Luz incandescente, Lowel V. Fuente: lowel.com



Figura 4.13 Luz fluorescente, Fluo Tec Petit 4 plus. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2011.



Figura 4.14 Espectrofotómetro, X rite i1. Fuente: Xrite.com

4.5.4 Unidades de medición

Todas las unidades de medición que se emplearon para este experimento son convenciones estándar internacionales.

Las distancias entre los sistemas de iluminación y los aparatos de medición (espectrofotómetro y exposímetro) se midieron en centímetros.

La intensidad y temperatura de color de los sistemas de iluminación se midieron en luxes (lx) y Kelvin (K) respectivamente.

La traducción de la intensidad de la luz en exposición fotográfica se midió en sensibilidad ISO, la velocidad de obturación en fracciones de segundo y en números f la apertura del diafragma del objetivo.

El índice de reproducción cromática (ICR) se determina en la escala de 0 a 100, donde el número máximo representa mejor calidad.

Las fuentes de iluminación se correlacionaron con la serie D del conjunto de iluminantes estándar definidos por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE) para la luz de día.

4.5.5 Condiciones de experimentación

En 2008 y 2011 se solicitó el aula número tres del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, cuyas características físicas son las siguientes: la superficie es de 600 por 600 cm, piso epóxico de color rojo con “hojuelas” amarillas y cafés, tres paredes y techo pintados de blanco, dos de ellas con pizarrones blancos brillantes y la cuarta con ventanales desde la mitad de la altura para arriba y en su parte baja puertas corredizas tipo madera. Las aulas están amuebladas con sillas negras con tubo cromado y mesas de fierro negras con superficie tipo madera, la iluminación es de tubos fluorescentes. Los inconvenientes que pudieron afectar el experimento se minimizaron como se explica a continuación.

En 2008 se cubrió aproximadamente el 50 % del piso con bolsas negras en las cercanías de los instrumentos de medición y sobre el pizarrón lateral para evitar el reflejo brillante de la superficie, se colocó una tela de paño negro detrás de los instrumentos mencionados y se evitó la luz exterior con cortinas ahuladas blancas tipo laboratorio, los muebles se colocaron en los extremos del salón, se apagaron las luces en cada medición. Con lo anterior, se logró un espacio con muy poca luz parasita y se minimizaron los reflejos no deseados, de esta manera se midieron las características de las fuentes de iluminación mencionadas con un bajo nivel de ruido (fig. 4.15).



Figura 4.15 Aula 3 del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, adaptada para las pruebas de caracterización de tres de las fuentes de iluminación más utilizadas en fotografía: tungsteno, destello y fluorescente. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2008

Para las pruebas realizadas en 2011 se tapó aproximadamente el 85 % de la superficie del suelo con bolsas de plástico negras, sobre ellas se colocó tela de paño negra entre las fuentes de luz y los aparatos de medición. Rodeando éstos y de frente a las luces, se colocó terciopelo negro, detrás y a lo largo y alto de la pared también se acomodaron telas, por encima en el techo se pegaron dos pliegos de papel América negro de 90 x 300 cm aprox. Las ventanas laterales se cubrieron con tres capas de bolsas negras para evitar la entrada de luz del exterior, la pared frontal a esta última igualmente fue cubierta por bolsas negras. En el muro detrás de las fuentes de iluminación, se le pegó un pliego de papel negro de 90 x 400 cm aprox. La mayor parte del mobiliario se movió al exterior y únicamente se conservaron algunas mesas y sillas (fig. 4.16).

De este modo se controlaron aún más que en 2008 las condiciones de experimentación cubriendo las partes donde los rebotes pudieran incidir en la toma de muestras y así obtener resultados más limpios, además de poder observar la afectación en el experimento entre un espacio y otro.



Figura 4.16 Aula 3 del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, donde se muestra una área mayor de cobertura en negro que en las pruebas de 2008, con materiales menos reflejantes en las áreas críticas de los posibles reflejos. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

4.5.6 Variables independientes⁷⁰

Para conocer las diferencias en las características cualitativas y cuantitativas de los distintos tipos de iluminación y sus variables dependientes se realizaron pruebas a diferentes distancias, cambiando la intensidad de la luz y colocando accesorios en los sistemas de iluminación: filtros polarizadores, filtros azules, sombrillas y cajas de luz.

En el experimento de 2008 se hicieron pruebas con dos unidades de luz directa de cada uno de los diferentes tipos de luz: incandescente, fluorescente y de destello a 100, 200 y 300 cm de distancia, a 45° del eje horizontal y 0° del vertical de los instrumentos de medición, todo a 120 cm sobre el nivel del piso.

A dos unidades de luz incandescente se les colocaron sombrillas plateadas y a dos modelos de luces de destello sombrillas blancas para rebotar la luz, con tratamientos a 300, 200 y 100 cm de distancia desde la sombrilla, a 45° respecto al eje horizontal y 0° al vertical de los instrumentos de medición, todo a 120 cm sobre el nivel del piso.

⁷⁰ La variable independiente es el factor o causa que se presume influye sobre la característica que medimos. Para comprobar su influencia se le asignan valores (tratamientos) y se manipula durante el experimento (Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad, s.f.).

Para corroborar los datos, en 2011 se utilizó el mismo número de unidades de luz fluorescente, de destello e incandescente, aunque a distintas distancias y con algunos modelos diferentes. Con luz directa se realizaron pruebas a 150, 250 y 350 cm de distancia y 45° respecto al eje horizontal y 0° al vertical de los instrumentos de medición, todo a 120 cm sobre el nivel del piso.

A la luz incandescente se le instalaron filtros polarizadores y azules a 85 cm de distancia, 45° respecto al eje horizontal y 0° del vertical de los instrumentos de medición, todo a 120 cm sobre el nivel del piso.

A dos unidades de luz de destello se les colocó filtros polarizadores, cajas de luz y sombrillas blancas, se aplicaron los tratamientos a 210 cm con 50 y 400 Ws de potencia.

La diferencia en distancias en las pruebas fue con el fin de tener condiciones de intensidad de la luz similares en valores de exposición fotográfica y así poder comparar algunos de los resultados entre los distintos tipos de iluminación.

4.5.7 Unidades experimentales⁷¹

Las pruebas se realizaron en 2008 con un modelo de luz incandescente, un modelo de luz fluorescente y dos de luz de destello de diferentes marcas. En 2011 con un modelo de luz incandescente, un modelo de luz fluorescente y tres luces de destello de dos marcas distintas, una de ellas la misma que en 2008.

Bloques de unidades experimentales⁷²

Los bloques se formaron por tipo de iluminación quedando de la siguiente manera:

- Luz incandescente
Sistema de iluminación de luz incandescente, marca: Lowel, modelo: Tota (2008).
Sistema de iluminación de luz incandescente, marca: Lowel, modelo: V (2011).
- Luz fluorescente
Sistema de iluminación de luz fluorescente, marca: Hancock (2008).
Sistema de iluminación de luz fluorescente, marca: Fluo Tec, modelo: Petit 4 plus (2011).

⁷¹ La unidad experimental es el elemento al que se le aplicará el tratamiento y se evaluará su respuesta.

⁷² Los bloques de unidades experimentales son agrupación con características similares que permiten obtener resultados equivalentes con factores de comparación.

- Luz de destello

Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Elinchrom, modelo: 500 (2008).

Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Elinchrom, modelo: D-Lite 4 (2011).

Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Elinchrom, modelo: RX 600 (2011).

Sistema de iluminación de luz de destello, marca: Multiblitz, modelo: Compact 400 (2008 y 2011).

4.5.8 Variables dependientes⁷³

Además de conocer las características propias de cada uno de los sistemas de iluminación, es importantes saber si la distancia, potencia y accesorios de iluminación influyen en las siguientes variables dependientes:

- Intensidad de la luz
- Temperatura de color correlativa
- Índice de reproducción cromática
- Iluminante estándar correlacionado
- Curva de distribución en el espectro electromagnético

4.5.9 Margen de error

Aunque se cuidaron y midieron las distancias y ángulos de inclinación de cada una de las fuentes respecto a las unidades de medición, es posible que existieran diferencias de colocación entre cada una de ellas y en los accesorios, lo que pudo influir en los resultados. Se observó en las pruebas previas y en la comprobación de las medidas, que es posible un margen de error de + - 25 luxes en la intensidad de la luz, de + - 100 K en la temperatura de color correlativa, + - 3/10 en apertura del diafragma, de + - 1 en el índice de reproducción cromática e igualmente de + - 1 en el iluminante.

Factores de ruido⁷⁴

Para la realización de este experimento se disminuyeron los factores externos que pudiesen afectar los resultados, principalmente la intervención de luces parasitas obstruyendo las entra-

⁷³ La variable dependiente es el resultado de la aplicación de la variable independiente sobre la unidad experimental y se mide en cada observación del experimento. También se le conoce como respuesta (Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad, s.f.).

⁷⁴ El ruido o variables extrañas son aquellos factores de difícil control ajenos a la variable dependiente, por lo regular son indeseables e influyen en los resultados. (Florián, A. 2008, p. 55).

das de luz externa y neutralizando la influencia de los rebotes de luz en las paredes blancas y el piso de color rojo. El arreglo de los escenarios de pruebas en 2008 y 2011 se mantuvieron constantes en todos los tratamientos y en cada una de las sesiones para que las muestras pudieran ser tomadas en igualdad de circunstancias y las comparaciones fueran validas.

Las fuentes de iluminación que se utilizaron presentan diferentes grados de desgaste ya sea por el uso o por el año de compra, situación que no pudo ser controlada, pero se realizaron pruebas con diferentes marcas y modelos que ofrecen resultados de un patrón de comportamiento para cada tipo de luz.

4.5.10 Experimento

Para las pruebas de 2008 se acondicionó el espacio tapando con telas y plásticos negros piso y paredes, se colocó el espectrofotómetro y el exposímetro a 120 cm sobre el nivel del piso de manera que no se movieran durante todo el experimento, dos unidades de iluminación a 120 cm sobre el nivel del piso, dispuestas a 45° del eje horizontal y 0° del vertical de los instrumentos de medición y se realizaron las pruebas por bloques de unidades:

Luz incandescente

- Luz directa Lowel Tota con 750 Ws por unidad (1500 Ws totales), a 100, 200 y 300 cm de distancia.
- Luz Lowel Tota reflejada en sombrillas de tela plateada con 750 Ws por unidad (1500 Ws totales), a 100, 200 y 300 cm de distancia.

Luz fluorescente

- Luz directa Hancock a 300, 200 y 100 cm de distancia.

El sistema de luz se encendió 30 minutos antes de iniciar las primeras muestras para que pudiera alcanzar su nivel promedio de intensidad.

Luz de destello

- Luz directa Multiblitz Compact 400 con 400 Ws c/u (800 Ws totales), a 100, 200 y 300 cm de distancia.
- Luz Multiblitz Compact 400 reflejada en sombrillas Multiblitz de plástico blancas de 30" con 400 Ws c/u (800 Ws totales), a 100, 200 y 300 cm de distancia.

- Luz directa Elinchrom 500 con 500 Ws c/u (1000 Ws totales), a 100, 200 y 300 cm de distancia.
- Luz Elinchrom 500 reflejada en sombrillas Elinchrom de plástico blancas con 500 Ws c/u (1000 Ws totales), a 100, 200 y 300 cm de distancia.

Para cada toma de muestra con luces de destello, se dejó pasar el tiempo suficiente para que las unidades se cargaran a su nivel óptimo de energía y así poder tomar la siguiente muestra en condiciones similares.

Todas las fuentes de iluminación fueron conectadas directamente a la corriente del edificio del IIEs en la UNAM, la que regularmente no varía. Las luces del aula al igual que las de las unidades de experimentación fueron encendidas, apagadas y colocadas por el auxiliar, mientras el responsable tomaba las mediciones de intensidad, temperatura de color, índice de reproducción cromática e iluminante con el espectrofotómetro conectado a la computadora y de la traducción de la intensidad de la luz en valores de velocidad de obturación y apertura del diafragma del objetivo con el exposímetro en una sensibilidad ISO de 200.

La sesión de pruebas duró tres días continuos desde el acondicionamiento del espacio, traslado y armado de los sistemas de iluminación, ubicación y cambio de los aparatos, realización de pruebas, toma de muestras, hasta la limpieza y reacomodo del lugar, por lo que el escenario no varió.

4.5.11 Réplicas⁷⁵

Con las pruebas realizadas en 2008 se obtuvieron resultados que ofrecieron información importante sobre las cualidades y calidades de las fuentes de iluminación. Se decidió repetir el experimento en 2011 variando las condiciones del espacio, distancias, marcas o modelos de las fuentes y accesorios para poder comparar, confirmar o en su caso obtener nuevos datos sobre las características de las luces.

Para las pruebas de 2011 se utilizó la misma aula que en 2008 pero en esta ocasión se cubrió un espacio mayor del piso paredes y



Figura 4.17 Juan Carlos Villavicencio colocando el equipo de medición y registro. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2011

⁷⁵ Las réplicas o repeticiones ayudan a tener mayores y más confiables puntos de comparación para encontrar la relación entre las variables (Florián, A. 2008, p. 59).

techo con telas opacas, bolsas y papel negro mate. Se colocó el espectrofotómetro y el exposímetro (fig. 4.17) a 120 cm sobre el nivel del piso a la misma altura que en 2008 y se fijaron de manera que no se movieran durante todo el experimento, se utilizaron dos fuentes de iluminación a 120 cm sobre el nivel del piso, dispuestas a 45° del eje horizontal y 0° del vertical de los instrumentos de medición (fig. 4.18), excepto en las últimas mediciones de luz de destello con accesorios y variando la potencia como más abajo se indican, posteriormente se procedió a realizar las pruebas por bloques de unidades:



Figura 4.18 Ricardo Alvarado acomodando una unidad de luz fluorescente Fluo Tec. Foto: Juan Carlos Villavicencio, 2011.

Luz incandescente

- Luz directa Lowel V con 500 Ws por unidad (1000 Ws totales), a 150, 250 y 350 cm de distancia.
- Luz Lowel V con filtros azules y 500 Ws por unidad (1000 Ws totales), a 85 cm de distancia.
- Luz Lowel V con filtros azules y polarizadores a 500 Ws por unidad (1000 Ws totales), a 85 cm de distancia.

Luz fluorescente

- Luz directa Fluo Tec Petit 4 Plus con 220 Ws de potencia (440 Ws totales) a 150, 250 y 350 cm de distancia.

El sistema de luz se encendió 30 minutos antes de iniciar las primeras muestras para que pudiera alcanzar su nivel promedio de intensidad.

Luz de destello

- Luz directa Multiblitz Compact 400 con 100 Ws de potencia c/u (200 Ws totales) a 150, 250 y 350 cm de distancia.
- Luz directa Elinchrom RX 600 con 45 Ws de potencia c/u, a 150, 250 y 350 cm de distancia.
- Luz directa Elinchrom D-Lite 4 con 62 Ws de potencia c/u, a 150, 250 y 350 cm de distancia.

Para cada toma de muestra con luces de destello, se dejó pasar el tiempo suficiente para que las unidades se cargaran de energía a su nivel óptimo.

Luz de destello con accesorios con 50 Ws de potencia

Para este bloque de unidades se colocó una fuente de iluminación a 102 cm sobre el nivel del suelo, a 210 cm de distancia, dispuesta a 90° del eje horizontal y 0° del vertical de los instrumentos de medición, es decir frente a ellos.

- Luz directa Elinchrom D-Lite 4.
- Luz directa Elinchrom D-Lite 4 con filtro polarizador.
- Luz directa Elinchrom D-Lite 4 con filtro con caja de luz Elinchrom de 26".
- Luz Elinchrom D-Lite 4 reflejada en sombrillas blancas Elinchrom de 30".

Luz de destello con accesorios con 400 Ws de potencia

Para este bloque de unidades se colocó una fuente de iluminación a 102 cm sobre el nivel del suelo, a 210 cm de distancia, dispuesta a 90° del eje horizontal y 0° del vertical de los instrumentos de medición, es decir frente a ellos.

- Luz directa Elinchrom D-Lite 4.
- Luz directa Elinchrom D-Lite 4 con filtro polarizador.
- Luz directa Elinchrom D-Lite 4 con caja de luz Elinchrom de 26".
- Luz Elinchrom D-Lite 4 reflejada en sombrillas blancas Elinchrom de 30".

Las fuentes de luz fueron encendidas, apagadas, colocadas y accionadas por el auxiliar, mientras el responsable tomaba las mediciones de intensidad, temperatura de color, índice de reproducción cromática e iluminante con el espectrofotómetro conectado a la computadora, y de la traducción de la intensidad de la luz en valores de velocidad de obturación y apertura del diafragma del objetivo con el exposímetro en una sensibilidad ISO de 200.

La sesión duró tres días continuos desde el acondicionamiento del espacio, traslado y armado de los sistemas de iluminación, ubicación y cambio de los aparatos, realización de pruebas, hasta la limpieza y reacomodo del lugar, por lo que el escenario no varió.

4.5.12 Nota aclaratoria

Como se menciona al inicio de este capítulo, la relación entre la intensidad de la luz y la distancia se rige por la ley de la inversa del cuadrado que dice: la luz que un objeto recibe es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre dicho objeto y la fuente de iluminación, y se aclara que esta ley sólo es válida si la dirección del rayo es perpendicular a la fuente y sirve para iluminaciones puntuales, mientras más grande o difusa es la luz más alejada de cumplir con esta ley estará. Por lo que las variaciones en distancias aplicadas en las pruebas deberían disminuir la intensidad con base en dicha ley.

En 2008 las distancias fueron de 100, 200 y 300 cm, lo que equivale al doble y al triple en base a la primer medida, el cuadrado del doble (2 veces la primer distancia o $2x$) es 4 y el cuadrado del triple (3 veces la primer distancia o $3x$) es 9, es decir, la primer medida en luxes a 100 cm se puede dividir entre 4 para obtener la cifra que debería obtenerse según la ley inversa del cuadrado en la casilla referente a la medición en luxes a 200 cm, lo que equivale al 25% de la cifra base y de la misma manera para encontrar la medición a 300 cm se puede dividir la primer medida entre 9 equivalente al 11.11%. Para los datos obtenidos en 2011 cuyas distancias de las fuentes de medición fueron 150, 250 y 350 cm, se encontró por medio de una regla de tres, que los dos últimos son 1.66 y 2.33 veces la primer distancia, cuyos cuadrados son 2.755 y 5.429 equivalentes a 18.419% y 36.297% respectivamente del valor encontrado en la primer medida a 150 cm, según la ley inversa del cuadrado. Con base en lo anterior se analizaron los resultados obtenidos en relación a la distancia y la intensidad de la iluminación medida en luxes.

Las representaciones de la distribución en el espectro electromagnético de las unidades medidas está en color rojo, la representación en color negro es del iluminante D55, que se refiere a 5500 K. Ésto es para comparar la distribución obtenida con lo más aproximado al punto blanco.

Hay que tomar en cuenta que los accesorios para iluminación pueden variar en cuanto a la marca, tamaño, color, materiales y otras características, por lo que los resultados sólo se refieren a los que se utilizaron en el experimento.

4.5.13 Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos para cada una de las unidades de experimentación. Los nombres de las medidas se componen con las primeras iniciales de la marca y modelo de la fuente de iluminación, la distancia del tratamiento, la inicial del accesorio y el año de muestreo. Ejemplo: EDL4-210-FP-11 = Fuente de iluminación marca: Elinchrom (E), modelo: D-Lite 4 (DL4) a 210 cm de distancia de los aparatos de medición (210), tomada en el año de 2011 (11).

Luz incandescente

Medida	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
LT-300-08	300 cm	1001	759	1/125, f 1.4 con 5/10	Sin dato	Sin dato	Sin dato
LT-200-08	200 cm	1907	1707	1/125, f 2.0 con 4/10	Sin dato	Sin dato	Sin dato
LT-100-08	100 cm	6828		1/125, f 4.0 con 2/10	Sin dato	Sin dato	Sin dato

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.1 Dos unidades de luz incandescente Lowel Tota con 1500 Ws de potencia totales y luz directa a 45°, 2008.

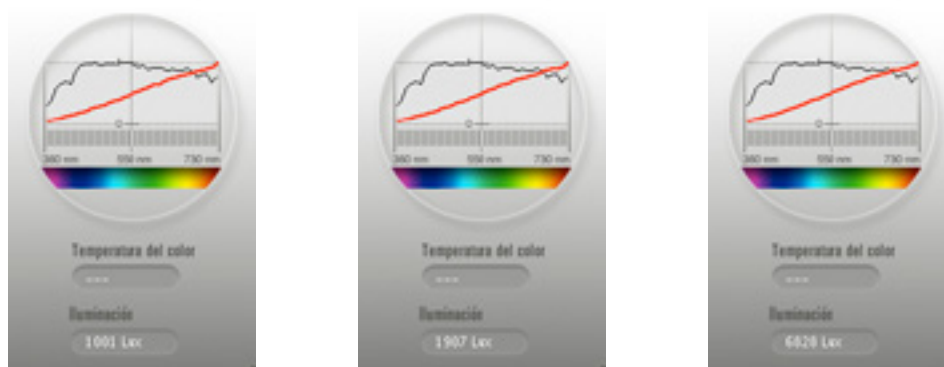


Figura 4.19 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LT-300-08, LT-200-08 y LT-100-08.

Medida	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
LT-300-S-08	300 cm	424	273	1/125, f 1 con 3/10	Sin dato	Sin dato	Sin dato
LT-200-S-08	200 cm	789	615	1/125, f 1.4 con 2/10	Sin dato	Sin dato	Sin dato
LT-100-S-08	100 cm	2460		1/125, f 2 con 8/10	Sin dato	Sin dato	Sin dato

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.2 Dos unidades de luz incandescente Lowel Tota con 1500 Ws de potencia totales y luz reflejada en sombrillas plateadas a 45°, 2008.

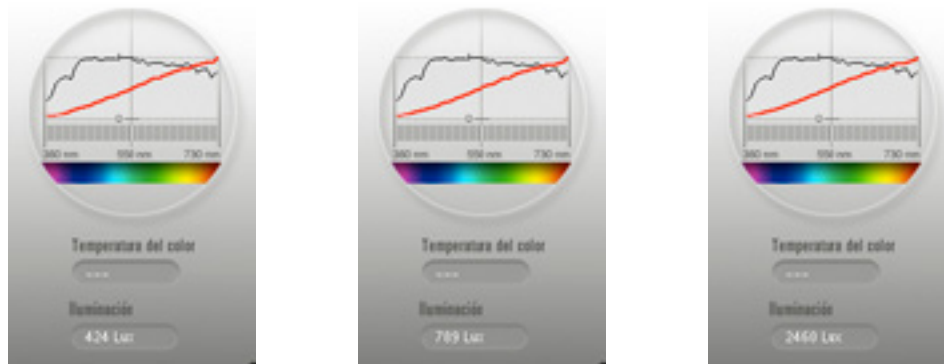


Figura 4.20 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LT-300-S-08, LT-200-S-08 y LT-100-S-08.

Medida	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
LV-350-11	350 cm	607	544	1/15, f 4 con 8/10	Sin dato*	Sin dato	Sin dato
LV-250-11	250 cm	1081	1072	1/15, f 5.6 con 6/10	Sin dato*	Sin dato	Sin dato
LV-150-11	150 cm	2955		1/15, f 15 con 1/10	Sin dato*	Sin dato	Sin dato

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.3 Dos unidades Lowel V con 1000 Ws de potencia totales con luz directa a 45° , 2011.

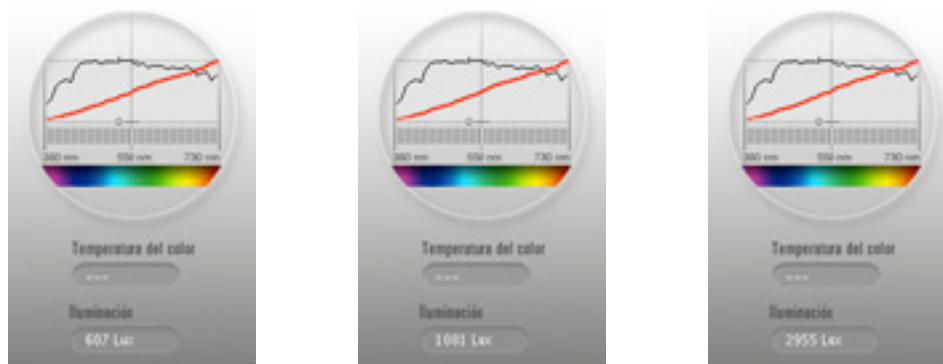


Figura 4.21 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LV-350-11, LV-250-11 y LV-150-11.

Medida	Distancia	Luxes	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
LV-85-11	85 cm	8341	1/125, f 5.6 con 6/10	Sin dato **	Sin dato	Sin dato

Tabla 4.4 Dos unidades de luz incandescente Lowel V con 1000 Ws de potencia totales y luz directa a 45° , 2011.

Medida	Distancia	Luxes	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
LV-85-FA-11	85 cm	2392	1/125, f 5.6 con 6/10 con filtro azul = 4	5082	97	D50

Tabla 4.5 Dos unidades de luz incandescente Lowel, V con 1000 Ws de potencia totales y filtros azules a 45° , 2011.

Medida	Distancia	Luxes	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
LV-85-FPyA-11	85 cm	897	1/125, f 5.6 con 6/10 con filtro azul = 4 + filtro polarizador = 2 con 5/10	4733	98	Sin dato

Tabla 4.6 Dos unidades de luz incandescente Lowel, V con 1000 Ws de potencia totales y filtros polarizadores y azules a 45° , 2011.



Figura 4.22 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): LV-85-11, LV-85-FA-11 y LV-85-FPyA-11.

Intensidad

En los resultados obtenidos con la toma de muestras de luz directa y variación de distancia (tabla 4.1 y 4.3, fig. 4.19 y 4.21), se puede observar una disminución de la intensidad cuando más se aleja la fuente luminosa, en una relación cercana a la ley inversa del cuadrado, aunque no cumplen con ella probablemente a lo difuso de la luz y a las condiciones de experimentación.

De acuerdo con las pruebas de 2008, la intensidad de luz rebotada en sombrillas plateadas (Tabla 4.2 y fig. 4.20) se reduce en relación a la luz directa un 58%, 59% y 64% -1.2, -1.2 y -1.4 pasos en valores de exposición fotográfica a 300, 200 y 100 cm de distancia. El uso de filtros azules la disminuye en un 70%, lo que significa -1.5 de paso (tabla 4.4 y 4.5, fig. 4.22).

Temperatura de color correlativa, índice de reproducción cromática e iluminante

En las sesiones de 2008 y 2011 en dos modelos de luces de tungsteno y dos espectrofotómetros diferentes no fue posible obtener las medidas de la TCC, el IRC y el iluminante de la luz incandescente directa (tabla 4.1, 4.3, y 4.4, fig. 4.19 y 4.21). Es posible que la causa sea que el espectrofotómetro no mida TCC tan bajas como las de la luz incandescente que van de los 2600 a los 3500 K o que esté calibrado para luz de día. Al colocar filtros azules se obtuvo un TCC de 5082 y un IRC de 97 con un iluminante de D50 (tabla 4.5 y fig. 4.22).

Distribución en el espectro electromagnético

La distancia o el uso de sombrillas no alteran en forma visible la distribución en el espectro electromagnético (fig. 4.19, 4.20 y 4.21), nace ligeramente arriba del violeta y se dirige en forma continua y ascendente hacia el rojo como es común en este tipo de luz. Sin embargo, el uso de filtro azules (fig. 4.22) modifican notablemente su curva de distribución logrando una extraordinaria uniformidad en la mayoría de los colores, excepto en los violetas y en los colores cálidos, no se conoce una representación así de lineal en otra fuente de luz.

Luz fluorescente

Medida	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
H-300-08	300 cm	761	463	1/125, f 1.4	4581 K	93	Sin dato
H-200-08	200 cm	1422	1041	1/125, f 1.4 con 8/10	4516 K	93	Sin dato
H-100-08	100 cm	4165		1/125, f 2.8 con 4/10	4544 K	93	Sin dato

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.7 Dos unidades de luz fluorescente Hancock a 45° con luz directa, 2008.



Figura 4.23 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): H-300-08, H-200-08 y H-100-08.

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
FTP4P-350-11	350 cm	186	148	1/6, f 4.5	4864 K	96	Sin dato
FTP4P-250-11	250 cm	329	293	1/6, f 5.6 con 3/10	4902 K	96	Sin dato
FTP4P-150-11	150 cm	808		1/6, f 8 con 6/10	4858 K	96	Sin dato

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.8. Dos unidades de luz fluorescente Fluo Tec, Petit 4 plus con 440 Ws de potencia totales y luz directa a 45°, 2008.

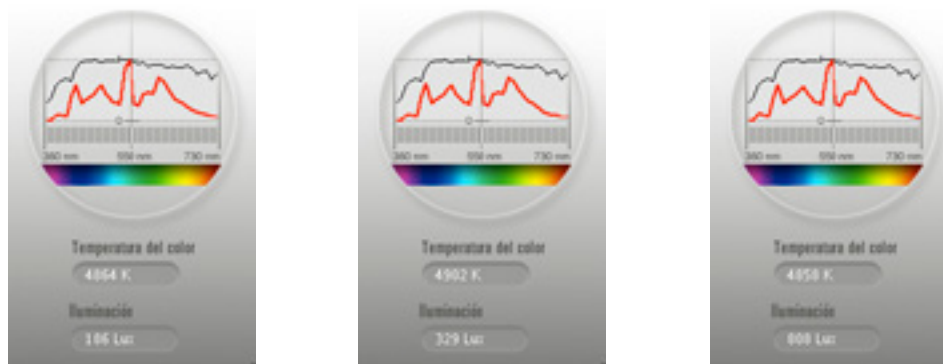


Figura 4.24 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): FTP4P-350-11, FTP4P-250-11 y FTP4P-150-11.

Intensidad

Al igual que en las luces incandescentes, en los resultados obtenidos en la toma de muestras con luz directa y variación de distancia, se puede observar una disminución de la intensidad cuando se aleja la fuente luminosa (tabla 4.7, 4.8 y fig. 4.23, 4.24) en una relación cercana a la ley inversa del cuadrado, aunque no cumplen con ella, probablemente porque este tipo de iluminación es muy difusa y por las condiciones de experimentación. Se debe resaltar que en las muestras de 2008 (tabla 4.7 y fig. 4.23) se presenta una variación más pronunciada en la intensidad.

De acuerdo a la cantidad de luxes medidos, los valores de exposición fotográfica son muy bajos respecto a otro tipo de luz, es una luz poco brillante por lo que es necesario mayor tiempo o apertura del diafragma para una equilibrada exposición.

Temperatura de color correlativa

La TCC en los dos modelos de luz fluorescente están entre los 4516 K y los 4902 K, por debajo de los 5000 K - 5600 K mencionados por Digital Dingus (2005, p. 76). Un dato que llama la atención es que la variable de TCC no parece tener una relación directa con la distancia, como es tan corta (65 K o menos) y los datos son irregulares, la diferencia se puede atribuir a errores en la inclinación o dirección de la fuente de iluminación, aunque se encuentra dentro del rango de error (tabla 4.7, 4.8 y fig. 4.23, 4.24).

Índice de reproducción cromática

Su IRC es de mediano a bajo 93 - 96 y no se percibió ninguna diferencia con la aplicación del tratamiento de la variación en la distancia (tabla 4.7, 4.8).

Iluminante

No se logró correlacionar con ningún iluminante (tabla 4.7, 4.8), probablemente porque el espectrofotómetro funciona con las mediciones de la serie D propuesta para la luz de día que posee una curva de distribución espectral diferente a la fluorescente la que se relaciona con la serie F.

Distribución en el espectro electromagnético

La curva en el espectro electromagnético (fig. 4.23 y 4.24) no muestra cambios visibles cuando se tomaron las muestras a diferentes distancias, se presenta aserrada como resultado de una emisión heterogénea de ondas visibles.

⁷⁶ Se desconocen las condiciones en las que los fabricantes o los sitios mencionados realizaron sus mediciones.

Luz de destello

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
MC4-300-08	300 cm	755	554	1/125, <i>f</i> 16	5059 K	98	D50
MC4-200-08	200 cm	1366	1246	1/125, <i>f</i> 16 con 8/10	5094 K	97	D50
MC4-100-08	100 cm	4984		1/125, <i>f</i> 32 con 7/10	5106 K	97	D50

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.9 Dos unidades de luz de destello Multiblitz, Compact 400 a 45° con 800 Ws de potencia totales y luz directa, 2008.

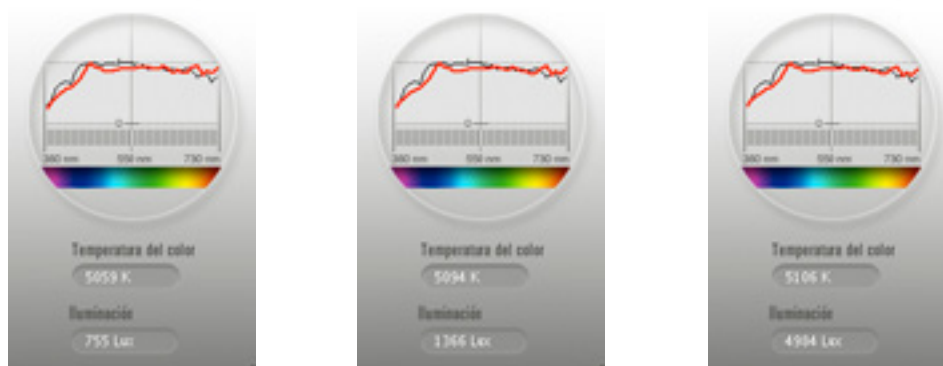


Figura 4.25 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): MC4-300-08, MC4-200-08 y MC4-100-08

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
MC4-300-S-08	300 cm	430	201	1/125, <i>f</i> 11 con 1/10	5210 K	96	D50
MC4-200-S-08	200 cm	795	453	1/125, <i>f</i> 16	5217 K	96	D50
MC4-100-S-08	100 cm	1813		1/125, <i>f</i> 22 con 3/10	5205 K	96	D50

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.10 Dos unidades de luz de destello Multiblitz, Compact 400 con 800 Ws de potencia totales y luz reflejada en sombrilla Multiblitz blanca a 45°, 2008.

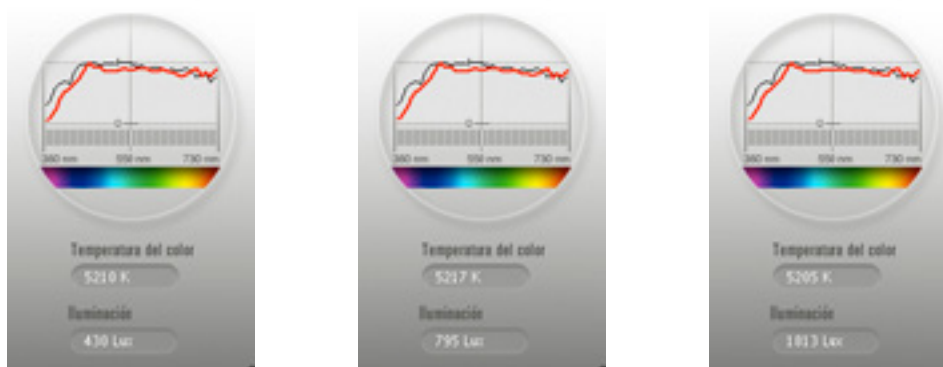


Figura 4.26 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): MC4-300-S-08, MC4-200-S-08 y MC4-100-S-08.

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
E5-300-08	300 cm	1669	1410	1/125, <i>f</i> 22 con 1/10	5662	97	D55
E5-200-08	200 cm	3438	3173	1/125, <i>f</i> 32 con 1/10	5688	97	D55
E5-100-08	100 cm	12693		1/125, <i>f</i> 64	5717	97	D55

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.11 Dos unidades de luz de destello Elinchrom, 500 con 1000 Ws de potencia totales y luz directa a 45°, 2008.

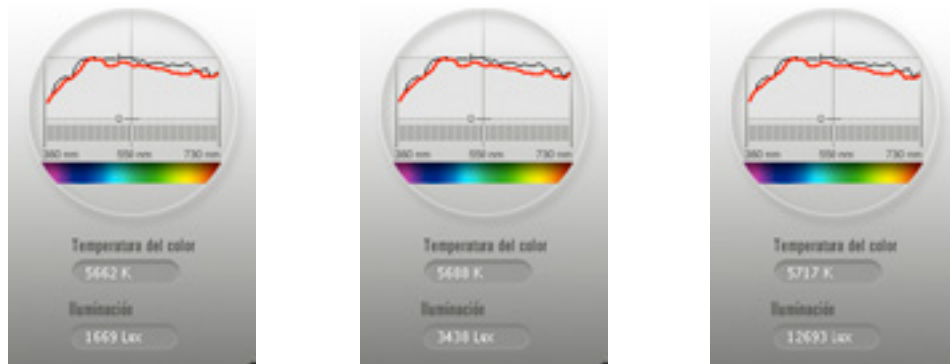


Figura 4.27 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): E5-300-08, E5-200-08 y E5-100-08.

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
E5-300-S-08	300 cm	556	347	1/125, <i>f</i> 11 con 5/10	5760	96	D55
E5-200-S-08	200 cm	1032	780	1/125, <i>f</i> 16 con 4/10	5834	96	D55
E5-100-S-08	100 cm	3120		1/125, <i>f</i> 22 con 9/10	5874	96	D55

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.12 Dos unidades de luz de destello Elinchrom 500 con 1000 Ws de potencia totales y luz reflejada en sombrilla Elinchrom blanca a 45°, 2008.

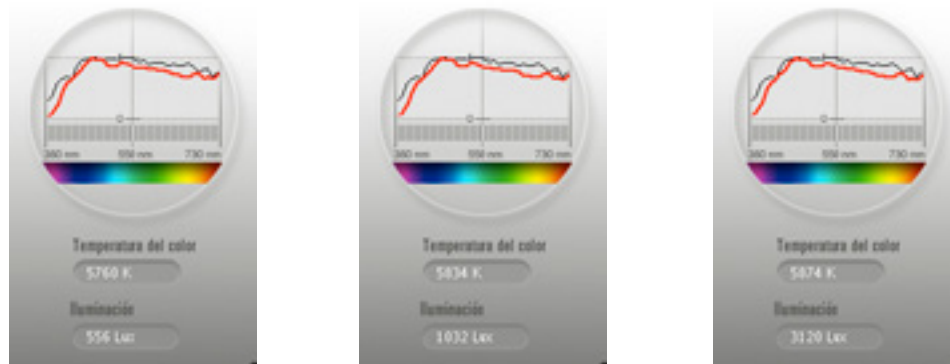


Figura 4.28 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): E5-300-S-08, E5-200-S-08, E5-100-S-08.

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
MC4-350-11	350 cm	160	131	1/125, <i>f</i> 8 con 7/10	4962	97	Sin dato
MC4-250-11	250 cm	265	258	1/125, <i>f</i> 11 con 6/10	5024	97	D50
MC4-150-11	150 cm	712		1/125, <i>f</i> 16 con 9/10	5012	97	D50

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.13. Dos unidades de luz de destello Multiblitz, Compact 400 con 200 Ws de potencia totales y luz directa a 45°, 2011.

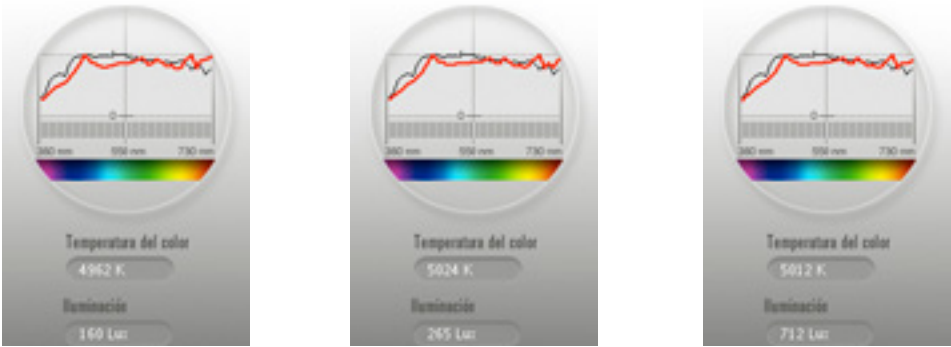


Figura 4.29 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): MC4-350-11, MC4-250-11 y MC4-150-11.

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
ER6-350-11	350 cm	91	72	1/125, <i>f</i> 5.6 con 9/10	5399	97	D55
ER6-250-11	250 cm	154	143	1/125, <i>f</i> 8 con 7/10	5433	97	D55
ER6-150-11	150 cm	393		1/125, <i>f</i> 16	5440	98	D55

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.14 Dos unidades de destello Elinchrom, RX 600 con 90 Ws de potencia totales y luz directa a 45°, 2011.

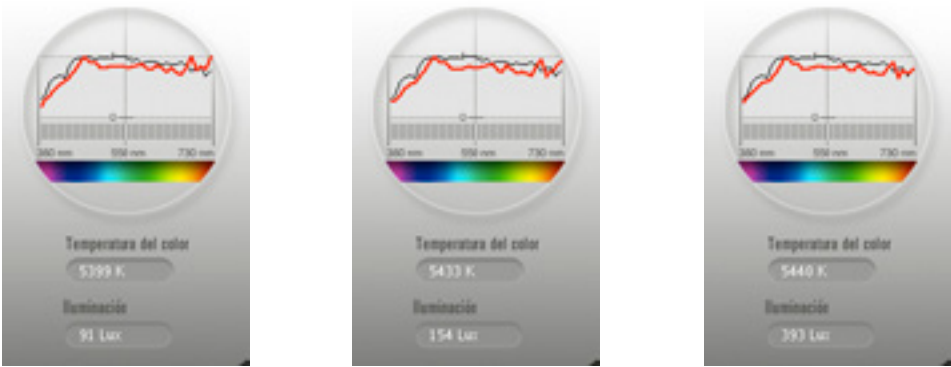


Figura 4.30 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): ER6-350-11, ER6-250-11 y ER6-150-11.

Medición	Distancia	Luxes	Luxes*	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
EDL4-350-11	350 cm	95	78	1/125, <i>f</i> 8	5500	97	D55
EDL4-250-11	250 cm	162	155	1/125, <i>f</i> 8 con 7/10	5532	97	D55
EDL4-150-11	150 cm	426		1/125, <i>f</i> 16 con 1/10	5573	97	D55

*Medición que debió obtenerse según la ley inversa del cuadrado de la distancia en condiciones ideales.

Tabla 4.15 Dos unidades de luz de destello Elinchrom, D-Lite 4 con 124 Ws de potencia totales y luz directa a 45°, 2011.

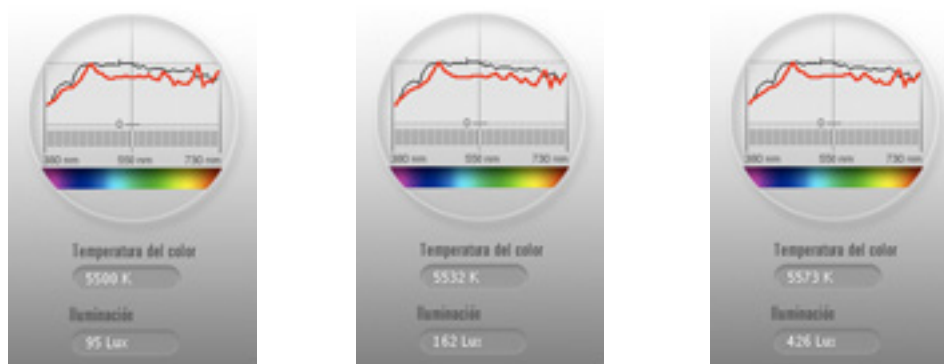


Figura 4.31 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación (de izquierda a derecha): EDL4-350-11, EDL4-250-11 y EDL4-150-11.

Medición	Distancia	Luxes	Exposición	TCC	IRC	Iluminante
EDL4-210-11a	210 cm	97	1/125, <i>f</i> 5.6 con 9/10	5408	96	D55
EDL4-210-FP-11a	210 cm	43	1/125, <i>f</i> 4 con 8/10	5698	95	D55
EDL4-210-CL-11a	210 cm	64	1/125, <i>f</i> 5.6 con 3/10	5009	97	D50
EDL4-210-S-11a	210 cm	45	1/125, <i>f</i> 4 con 8/10	5817	95	D55
EDL4-210-11b	210 cm	1089	1/125, <i>f</i> 22 con 4/10	5575	97	D55
EDL4-210-FP-11b	210 cm	464	1/125, <i>f</i> 16 con 2/10	5912	96	D55
EDL4-210-CL-11b	210 cm	724	1/125, <i>f</i> 16 con 8/10	5104	97	D50
EDL4-210-S-11b	210 cm	504	1/125, <i>f</i> 16 con 3/10	5878	96	D55

Tabla 4.16 Una unidad de destello Elinchrom, D-Lite 4 con 50 Ws y 400 Ws de potencia y diferentes accesorios a 0°, 2011.



EDL4-210-11a



EDL4-210-FP-11a



EDL4-210-CL-11a



EDL4-210-S-11a



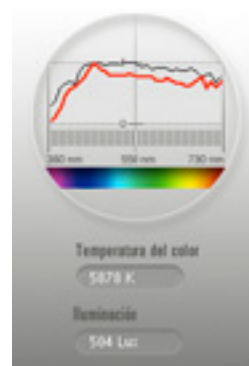
EDL4-210-11b



EDL4-210-FP-11b



EDL4-210-CL-11b



EDL4-210-S-11b

Figura 4.32 Distribución en el espectro electromagnético, temperatura de color e iluminancia de las unidades de experimentación de luz de destello a 0°.

Intensidad

La intensidad de luz (lx) cambia según la distancia, en concordancia cercana a la ley del cuadrado de la luz (tabla 4.9, 4.11, 4.13, 4.13, 4.14, 4.15 y fig. 4.25, 4.27, 4.29, 4.30 y 4.31) esta relación es más cercana con luces directas y aún más en las mediciones con baja intensidad.

Con el uso de sombrillas en el equipo *Elinchrom 500* (2008) a 300, 200 y 100 cm de distancia (tabla 4.12 y fig. 4.28) la intensidad de la luz se reduce en un 66.7%, 70% y 75.4%, -1.4 -1.7 y -2.1 pasos de exposición fotográfica respectivamente en comparación con la medición de luz directa. Para el equipo *Multiblitz* (tabla 4.10 y fig. 4.26) los datos no son fiables ya que varían de manera importante y no progresiva: 43%, 41.8% y 64.6%, -.9, -.8 y -1.4 pasos de exposición fotográfica en la misma secuencia de distancias. Los datos obtenidos no son suficientes para inferir una relación en la disminución de la intensidad, ni en los valores de exposición fotográfica con el uso de sombrillas a diferentes distancias ya que el rango de variación es muy amplio, entre 42 y 75.4 % y entre -.8 y 3.1 en valores de exposición, dependiendo de la marca modelo y distancia.

En las pruebas del equipo *Elinchrom D-lite 4* de 2011, con variación de potencia y no de distancia, hay una diferencia de 54% -1.1 paso de exposición fotográfica en las dos muestras con diferente intensidad, sobre la medición de luz directa (tabla 4.16 y fig. 4.32).

El uso de filtro polarizador en el equipo *Elinchrom D-lite 4* disminuye la intensidad de manera importante en un 66%, en términos de exposición fotográfica -1.1 paso (tabla 4.16 y fig. 4.32).

El uso de la caja de luz en el equipo *Elinchrom D-lite 4* reduce la intensidad en 44%, lo que significa -.6 de diafragma (tabla 4.16 y fig. 4.32).

Temperatura de color correlativa

La TCC en las pruebas de luz directa (tabla 4.9, 4.11, 4.13, 4.14, 4.15 y fig. 4.25, 4.27, 4.29, 4.30 y 4.31) va de 4962 a 5717 K según la marca, modelo y distancia. Se observa una relación directa aunque mínima entre la distancia y la TCC, a mayor distancia menor TCC.

En las pruebas que se realizaron en 2008 y 2011 con el equipo *Multiblitz Compact 400* (tabla 4.9, 4.13 y fig. 4.25 y 4.29) se observa que el paso de tres años de actividad intensa, hay muy poca diferencia en potencia y TCC, en este caso menos de 100 K, medida que podría estar dentro del margen de error contemplado en el experimento.

En contraste con la medición de luz directa, con el uso de sombrillas blancas para rebotar la luz en el equipo *Multiblitz* a 300, 200 y 100 cm (tabla 4.10 y fig. 4.26) aumenta la TCC 151, 123 y 99 K respectivamente, para el *Elinchrom 500*: 157, 146, 98 K (tabla 4.12 y fig. 4.28) (tabla 4.9, 4.11 y fig. 4.25, 4.27). Para el *Elinchrom D-lite 4* en el que se varió la potencia y no la distancia (tabla

4.16 y fig. 4.32), hay una diferencia de 409 y 303 K a 50 Ws y 400 Ws respectivamente, por consiguiente se deduce que el uso de sombrillas aumenta la temperatura de color correlativa, pero no se puede determinar una constante, aunque es posible inferir que puede ser entre 100 y 300 K.

Los filtros polarizadores en el equipo *Elinchrom D-lite 4* aumentan la TCC 290 y 337 K (tabla 4.16 y fig. 4.32).

La caja de luz la disminuye en 399 y 471 K a 50 Ws y 400 Ws respectivamente (tabla 4.16 y fig. 4.32).

Índice de reproducción cromática

El IRC con luz directa en los cuatro modelos de luces es muy bueno, los valores obtenidos fueron de 96, 97 y 98. El uso de sombrillas y filtro polarizador lo disminuyen un punto (tablas de la 4.9 a la 4.16 y fig. de la 4.25 a la 4.32).

Iluminante

El iluminante correlacionado para las luces directas marca *Multiblitz* es de D50 (tabla 4.9 y 4.13) y para los tres modelos de *Elinchrom* es de D55 (tabla 4.11, 4.14 y 4.15) y no influye la distancia o el cambio en la intensidad.

Distribución en el espectro electromagnético

En los cuatro modelos de luces de destello probados, existe cierta similitud en su distribución en el espectro electromagnético y encajan en las descripciones de luz de día, pero ninguna es igual, las diferencias principales se notan del verde hacia el rojo. Las dos unidades experimentales de 2008 (fig. 4.25, 4.27) presentan valles y picos menos pronunciados que las de 2011 (fig. 4.29, 4.30 y 4.31), probablemente debido a la diferencia en las condiciones de experimentación.

El uso de sombrillas disminuye en gran medida las emisiones violetas y baja un poco la parte referente al verde (fig. 4.26 y 4.28), los filtros polarizadores aminoran un poco los rojos al contrario de las cajas de luz, de manera general los accesorios si alteran en espectro electromagnético acrecentando las variaciones (fig. 4.32).

4.5.14 Conclusiones generales del experimento

Se encontraron diferencias importantes entre cada una de las unidades de experimentación: luz incandescente, luz fluorescente y luz de destello, en cuanto a la intensidad de su luz y sus valores de exposición fotográfica, temperatura de color correlativa, índice de reproducción cromática, iluminante estándar correlacionado y su curva de distribución en el espectro electromagnético.

Las luces de destello son las de mayor intensidad de luz, seguidas por las incandescentes y éstas superiores a las fluorescentes. Las unidades *Elinchrom* 500 con 1000 Ws a 300 cm (E5-300-08) generan 1669 lx y las de tungsteno *Lowel V* sólo 1081 lx con la misma cantidad de Ws a 250 cm (LV-250-11). Las *Multiblitz* (MC4-150-11) a 200 Ws producen 712 lx casi los 808 lx de las *Fluo Tec Petit 4* a la misma distancia y con 440 Ws.

Por lo anterior se puede concluir que:

Diferentes tipos de luz con la misma intensidad, no se traducen en los mismos valores fotográficos de exposición (tabla 4.17).

Tipo de luz	Medición	Intensidad	Valores de exposición
Destello	MC4-200-S-08 y MC4-300-08	795 y 755 luxes	1/125 <i>f</i> 16
Fluorescente	H-300-08	761 luxes	1/125 <i>f</i> 1.4
Incandescente	LT-200-S-08	789 luxes	1/125 <i>f</i> 1.4 con 2/10

Tabla 4.17 Comparación de intensidad de la luz y valores de exposición. Se puede apreciar una diferencia de siete pasos entre la luz de destello y las otras dos.

Ninguna de los tres tipos de iluminación cumplió con la ley del cuadrado de la distancia, aunque algunas mediciones de luz incandescente directa y de destello fueron cercanas a los preceptos de dicha ley (LV-250-11 y MC4-250-11), no así la luz fluorescente. Se demostró que las sombrillas y cajas de luz al modificar y volver más difusa la luz, alejan más a los sistemas de alcanzar esta condición.

Digital Dingus (2005) menciona que el rango de temperatura de color correlativa de luces fluorescentes profesionales para fotografía se encuentran entre los 5000 y 5600 K diferentes a los resultados obtenidos (entre 4516 y 4902 K). Dos de los grandes fabricantes de luces de destello Elinchrom y Bowens (2012), afirman que sus equipos están entre los 5000 y los 5500 K, medidas cercanas al rango registrado (4962 a 5717 K). Desafortunadamente no se pudo tomar la muestra para la luz incandescente, pero se menciona que ronda entre los 2400 y 3400K (Guía Cinegel, 2007).

La diferencia en distancia no afecta de manera importante la temperatura de color en ninguno de los tres tipos de iluminación.

Los accesorios utilizados: filtros polarizadores, sombrillas y cajas de luz, modifican la intensidad y temperatura de color de las fuentes de iluminación.

El índice de reproducción cromático más elevado, se encontró en las luces de destello, un poco más bajo en las fluorescentes y no se pudo tomar la medición para las incandescentes.

A las luces fluorescente y de tungsteno no fue posible relacionarlas con ningún iluminante de la serie D por ser un estándar para luz de día. Por otro lado, las luces de destello cayeron en el rango de la serie D50 y D55.

A continuación se muestran los rangos globales de las dos sesiones de pruebas de cada una de las unidades de iluminación con luz directa (tabla 4.18):

Tipo de luz	TCC	IRC	IEC
Incandescente	Sin dato	Sin dato	Sin dato
Fluorescente	4516 - 4902 K	93-96	Sin dato
Destello	4962 - 5717 K	96-98	D50- D55

Tabla 4.18 Comparación de temperatura de color correlativa, índice de reproducción cromática e iluminante estándar correlacionado.

La distribución de los espectros electromagnéticos de cada uno de los tres sistemas probados son muy diferentes, la luz incandescente presenta un nacimiento cercano al violeta y se eleva en forma constante hacia el rojo por lo que privilegia la emisión de colores cálidos sobre los fríos. El de la luz fluorescente es más bien aserrado, contiene más energía de algunas ondas y menor en otras, en forma heterogénea con un acento importante en los verdes. Las luces de destello son las más equilibradas aunque no presenten una línea recta como el tungsteno y son las más cercanas a la luz de día.

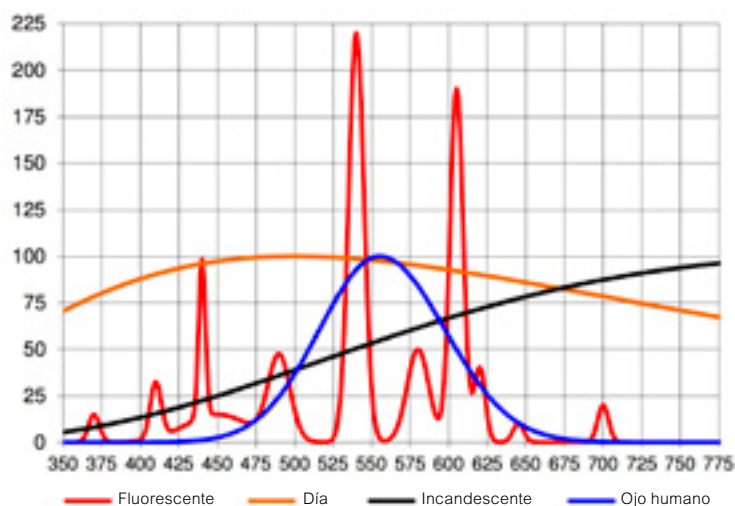


Figura 4.33 La gráfica de la luz de día es aprox. a 5800 K, la luz incandescente a 3300 K y junto con la de respuesta de la visión humana han sido esquematizadas; la gráfica de luz fluorescente representa la lámpara GE Triphosphorus SP30. Ilustración: L. David Roper y Michael Rosenzweig, 2011.

Como se puede observar en la gráfica anterior -la que no es representativa de los modelos utilizados en el experimento, pero da una idea general de su comportamiento- la luz de día (rango en el que se encuentran las luces de destello) abarca la respuesta de la visión humana, no así el tungsteno y en menor manera la fluorescente. Como un dato adicional, David Roper (2011) refiriéndose a las luces convencionales para iluminación utilizadas en el hogar o la industria, menciona que el espectro electromagnético de la iluminación de LED⁷⁷ (del inglés *Light-Emitting Diode*, diodo emisor de luz) es muy parecido a la asimilación que tiene el ojo humano.

De manera general, los accesorios afectan la distribución en el espectro electromagnético de los sistemas de iluminación en mayor o menor medida, es de subrayarse la modificación que causa el uso del filtro azul en la luz de tungsteno al transformarla en luz de día presentando una recta en más de la mitad del espectro visible, lo que quiere decir igualdad de energía en los diferentes colores de esta zona.

Sumario

La luz es necesaria para la visión y para la fotografía, los humanos vemos sólo una parte del espectro electromagnético que va de los 400 a los 750 nm aproximadamente. Sus características pueden medirse a través de magnitudes estándar internacionales e influyen de manera importante en los resultados fotográficos: la intensidad luminosa (lx) afecta directamente los valores de exposición; la temperatura de color correlativa (K) incide en la posible dominancia de alguna tonalidad en la imagen; el índice de reproducción cromática (0-100) ayuda a saber si es posible reproducir la mayoría de los colores de forma adecuada; también es posible observar la distribución de determinada luz en el espectro electromagnético y su iluminante correlacionado con lo que se puede conocer la distribución de la energía en las diferentes ondas que la componen. Para conocer el efecto de las cualidades y calidades de la luz y las variaciones que pueden tener dependiendo de la distancia, la potencia o con el uso de accesorios como sombrillas, cajas de luz y filtros al capturar las imágenes de las obras artísticas patrimoniales, se diseñó y realizó un experimento a las luces incandescentes, fluorescentes y de destello, los resultados generales fueron los siguientes:

1. La luz incandescente, la luz fluorescente y la luz de destello son diferentes en sus cualidades y calidades: temperatura de color correlativa, curva de distribución en el espectro electromagnético, índice de reproducción cromática, iluminante estándar correlacionado, intensidad de la luz y valores de exposición fotográfica.

⁷⁷ La iluminación LED no se incluyó en las pruebas de experimentación debido a que aún no es común en fotografía y por que los equipos existentes son de muy baja intensidad para la iluminación de murales.

2. La distancia sí afecta la intensidad de la luz en razón aproximada a la ley del cuadrado de la luz, pero influye muy poco en la temperatura de color y en la curva de distribución en el espectro electromagnético.

3. Los accesorios como filtros, sombrillas y cajas de luz modifican la intensidad, la temperatura de color de las fuentes de iluminación y la distribución en el espectro electromagnético.

4. Existen diferencias en la temperatura de color correlativa entre luces del mismo tipo pero diferente marca o modelo.

La elección de la fuente de iluminación para la aprehensión de murales patrimoniales debe ser un equilibrio, entre la más apropiada para la reproducción, con el menor daño a los murales y una buena maniobrabilidad. Se recomienda un sistema que funcione bien con la cámara y que domine o sea compatible con las luces ambientales si es que existieran, además de las siguientes recomendaciones:

- Iluminación por debajo de los 1000 luxes recomendados por la norma internacional de museos (Osorio, F. 2001).
- Intensidad constante al momento del disparo, pero que se pueda modificar.
- Capacidad para iluminar superficies amplias de manera uniforme.
- Alto índice de rendimiento cromático, resultado de la emisión de una gama cromática equilibrada.
- Curva sin picos dominantes, es decir, regular en el espectro electromagnético.
- Temperatura de color cercana a la luz blanca (5500 K), para obtener imágenes con una óptima reproducción de color.
- Baja emisión de luz ultravioleta e infrarroja para no dañar los murales.
- Fácil en su manejo pero firme en su construcción y materiales.

Los sistemas de iluminación de destello cumplen con varios de los criterios mencionados, muy por encima de la luz fluorescente y de tungsteno. Tiene una temperatura de color entre 4900 y 5600 K cercana al blanco, mayor intensidad, su índice de reproducción cromática está entre los 96 y 98 puntos, su curva de distribución en el espectro electromagnético es más pareja y son más fáciles de maniobrar que la luz incandescente o fluorescente, además de ser la que menos daño causa a las obras artísticas por ser de destello y tener menor cantidad de UV e IR. Por lo tanto, es la más recomendable para la aprehensión de obras murales patrimoniales.

La mejor fuente de iluminación no garantiza una exacta reproducción de color, también es recomendable el uso de tarjetas de color, que además de servir de elemento de registro de las cualidades de la iluminación en el momento de la toma, es una herramienta para la corrección a través de programas de cómputo, lo que nos acercaría aún más a los colores reales de la obra fotografiada.

Con este capítulo concluye la descripción de las características que debe poseer el equipo fotográfico y de iluminación para la óptima aprehensión de murales patrimoniales, su funcionamiento y las particularidades que ayudarán a una reproducción más fiel, así como las sugerencias para seleccionar las herramientas adecuadas. En el siguiente capítulo se harán las recomendaciones de uso, colocación y cuidado del equipo fotográfico, los parámetros de captura ideales, resultado de la investigación y experiencia, así como la organización del equipo, la participación y tareas del fotógrafo y el establecimiento del flujo de trabajo ideal para realizar de manera exitosa un proyecto de registro de murales patrimoniales.

CAPÍTULO 5. PROTOCOLO PARA LA APREHENSIÓN FOTOGRAFICA DE MURALES PATRIMONIALES

En este último capítulo y con base en la experiencia profesional, la investigación, la información recopilada en libros, revistas e Internet, la comparación de equipos, el proceso experimental y el análisis de resultados, se plantea la siguiente propuesta de protocolo para la óptima aprehensión fotográfica de murales patrimoniales, compuesta de manera general por los siguientes temas: planeación, recursos humanos, equipo, procedimiento de registro, apertura de archivos, calidad de imagen y administración de los archivos.

En la planeación como parte inicial de un proyecto de registro patrimonial, se determinan los objetivos, se reúne al equipo de trabajo, se distribuyen y calendarizan las tareas, que sin duda benefician el buen desarrollo del trabajo. El tema de los recursos humanos se menciona brevemente ya que sin duda “el operador” de la cámara debe ser un fotógrafo profesional experimentado en obras de artes, con amplio conocimiento del equipo; sin embargo, éste último tema se trata con amplitud en los capítulos anteriores, debido al cambio de paradigma en la manera de generar imágenes, no siempre se tiene el conocimiento o la información necesaria para la elección de las mejores herramientas, además de que cada proyecto puede requerir soluciones diferentes. Posteriormente, se dan las recomendaciones sobre el procedimiento de captura de imagen, en el entendido de que las circunstancias, acciones o herramientas pueden variar, pero las sugerencias en cuanto a las características generales del equipo, parámetros, colocación y lineamientos van dirigidas a obtener los mejores resultados en situaciones de carácter general a menos que se indique lo contrario; en este punto, se trata la reproducción de imágenes en secuencia para lugares en donde no es posible la captura del mural en una sola fotografía de buena calidad, por lo que también se revisarán los aspectos de la calidad de imagen como parámetro de referencia. Al final del capítulo y de manera general, se mencionará la apertura, administración, documentación y preservación de los archivos digitales como partes fundamentales del proceso de registro, sin abundar demasiado, ya que esta investigación se enfoca principalmente al proceso de aprehensión.

5.1 Planeación

El propósito de esta primer etapa es diseñar un plan de trabajo a través de estrategias y acciones destinadas a alcanzar los objetivos de manera eficiente y satisfactoria. Para lograrlo, es importante contar con información sobre el presupuesto, el equipo, el tiempo, los permisos, los posibles obstáculos y la capacidad técnica del personal, además de las referencias sobre el contexto donde se encuentran las obras, con el fin de programar las actividades y prever posibles contratiempos. Debe ser una propuesta lo suficientemente flexible que permita cambios o correcciones en caso de ser necesarias, respetando los objetivos principales, las indicaciones y los tiempos de entrega.

Objetivos

De acuerdo con Roubillard (en Nagel, L. 2008, p. 30) el registro fotográfico de pinturas murales patrimoniales, puede cumplir distintos propósitos:

- Auxiliar en el inventario de obras patrimoniales.
- Ayuda en el rastreo de deterioros, intervenciones o restauraciones, para evaluar el estado de la obra con fines de conservación y preservación.
- Reconocimiento de características no fácilmente visibles, con luz rasante o de rayos X, luz ultravioleta o infrarrojo.
- Preservación del original al sustituirlo por imágenes de buena calidad para evitar el acceso constante al espacio donde se encuentra la obra y su deterioro.
- Obtención de imágenes para estudios específicos: identificación iconográfica, composición, comparación, forma, factura o lectura de textos entre otros.
- Conservación y difusión de las imágenes del patrimonio.
- Formar una colección de imágenes de murales ubicados en lugares geográficamente distintos que no podrían ser observados juntos de otra manera.

Reconocimiento del contexto

Se recomienda realizar una visita previa al sitio donde se encuentran los murales para conocer su ubicación, accesos, dimensiones, espacios, tipo de suelo, distancias, orientación, materiales, incidencia de luces parasitas, conexiones eléctricas y elementos de protección que pudieran obstaculizar el registro como vidrios, barandales o rejas. En caso de no poder realizar dicha visita, es útil documentarse con textos, imágenes o entrevistas acerca de las condiciones del espacio y la obra a fotografiar (fig. 5.1).

Calendarización

Es fundamental organizar en tiempo y jerarquía el desarrollo de las actividades y el cumplimiento de los objetivos. Programar cada una de las reuniones, solicitudes de permisos e información, entrevistas, compra o mantenimiento del equipo y las fechas del registro fotográfico, al igual que la logística en los movimientos, así como las actividades de administración, documentación, respaldo y entrega. Se deben incluir las acciones que se desarrollaran en campo: la presentación con las autoridades, horarios de transportación, trabajo y comida, las mediciones necesarias y la manera en la que el trabajo se irá desarrollando, aún y cuando el orden, los lugares o el tiempo pueda cambiar dentro de la marcha de trabajo, servirá para dar una idea de lo que se debe hacer y en que orden.

Reunión con el personal

Con la información sobre el contexto, el equipo y el plan de trabajo, es conveniente reunir a los participantes para comunicar los objetivos, fechas, horarios, condiciones, la ruta de trabajo y los posibles contratiempos, designar las tareas y las responsabilidades de cada uno de los participantes, se sugiere nombrar a un líder que pueda tomar las decisiones importantes. También se debe informar sobre la distribución de los créditos, gastos, remuneración y normas de conducta durante el periodo de registro, si se representa a una Institución hay que apegarse a su código de conducta y/o valores. Con lo anterior se evitarán incomodidades, malos entendidos, discusiones, pérdida de tiempo y se cuidará la imagen del personal y de la Institución.

Del mismo modo, se deben comunicar las recomendaciones, advertencias y medidas de seguridad básicas y los lineamientos que dictan las Instituciones encargadas del resguardo de la obra, para evitar cualquier daño inmediato o progresivo al equipo, al personal, al mural o al conjunto arquitectónico e interferir lo menos posible en el funcionamiento del lugar.

En ocasiones el apoyo que se requiere no es especializado, por lo que puede resultar conveniente la contratación de personal en el área de trabajo que no genere gastos de transporte, alimentación y hospedaje.



Figura 5.1 Se puede observar en el plano del Palacio de Cortés en Cuernavaca, Morelos, la ubicación de los murales de Diego Rivera y en la página contraria las anotaciones para los encuadres. Bitácora de trabajo de Eumelia Hernández, (2011). Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2013.

Procedimientos administrativos y logística

Una vez que se acordaron los términos del trabajo, hay que solicitar un permiso oficial con cuatro semanas de anticipación como mínimo, a la institución o persona encargada del resguardo del bien patrimonial y si es necesario a la comunidad o a las autoridades eclesiásticas, donde se especifique el objetivo del trabajo, nombre de la persona responsable, de cada uno de los asistentes y de sus funciones, fechas y horarios de trabajo, uso de equipo especial como tripiés, sistema de iluminación artificial, planta de luz o cualquier herramienta que sea necesario reportar y en su caso la petición del retiro de capelos, la apertura de vitrinas o el acceso a espacios cerrados. Es recomendable comunicarse previamente con el personal encargado del lugar para confirmar las fechas, horarios y condiciones del trabajo.

Las reservaciones de hotel, comidas y/o transporte, deben hacerse con un mes de antelación y confirmarlas una semana previa a la salida del viaje. Es preferible pernoctar cerca del área de trabajo con habitaciones próximas al medio de transporte para facilitar la carga y descarga. De igual importancia es ubicar los restaurantes o informarse sobre las alternativas existentes para la alimentación, así como las condiciones sanitarias y de seguridad. Cuando sea necesaria la renta de un vehículo no hay que escatimar en espacio para el equipo o el personal.

Es conveniente hacer una relación con marca, modelo y número de inventario de cada una de las herramientas que se vayan a utilizar, y solicitar con tiempo los permisos de salida y los seguros correspondientes si es que pertenecen a alguna Institución.

Precauciones generales

Antes de iniciar cualquier proyecto, se debe seleccionar el equipo fotográfico, de iluminación, los accesorios y todo lo necesario para llevar al trabajo de registro, verificar su funcionamiento y en caso necesario hacer las reparaciones o compras con el tiempo suficiente.

El equipo fotográfico es sensible, delicado y de precisión por lo que se deben seguir los consejos de los fabricantes para su cuidado, mantenerlo limpio, ordenado y almacenado en lugares adecuados. Debe transportarse en cajas o maletas específicamente diseñadas para su movimiento y protección, de preferencia acolchonadas y gruesas, con separaciones entre cada uno de los elementos que eviten el choque e impidan el excesivo movimiento, sin llantas porque las vibraciones pueden dañar las cámaras, descolimar los lentes o estropear el sistema de iluminación.

Los accidentes o imprevistos pueden ser el resultado de la imprudencia, el descuido, el exceso de confianza o de una mala planeación. Una organización adecuada y la observación de ciertas precauciones de manera constante, puede ayudar a la salvaguarda de las obras, el equipo y el personal involucrado.

Se recomienda colocar los objetos siempre en los mismos lugares para facilitar su localización. Resulta útil que el fotógrafo o el ayudante usen ropa con bolsas grandes para tener a la mano los objetos de uso constantemente, los chalecos de fotógrafo son muy útiles.



Figura 5.2 Al estar a nivel de piso, es fácil tropezar con los cables, patas de tripiés y provocar un accidente. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

Los tripiés y los cables (fig. 5.2) son los objetos que más accidentes causan, se recomienda: armarlos, moverlos y guardarlos lejos de las obras patrimoniales; tener mucho cuidado de no tropezar con ellos o evitar que rayen los pisos o las paredes; no es conveniente desplazarlos si sostienen algo muy pesado a una altura superior a la de la cabeza porque se vuelven inestables; es importante que se ubiquen en zonas estables y de ser necesario ponerles peso extra en la base como bolsas de arena o sujetarlos a un lugar firme. Las sombrillas y las cajas de luz en los sistemas de iluminación son peligrosas con la presencia de viento, por lo que se recomienda no usar estos accesorios en ese momento.

Puesto que la intensidad de la corriente eléctrica puede ser variable o no existir dependiendo del lugar donde se encuentre la obra, es conveniente el uso de baterías, aún para el sistema de iluminación, en caso contrario, hay que incluir un supresor de picos para proteger los equipos y extensiones eléctricas de uso rudo que soporten y mantengan la carga eléctrica, de preferencia de color naranja o amarillo por ser más visibles, lo suficientemente largas, fijas y bien estiradas pero no tensas, lejos de las áreas de tránsito.

Si es necesario cambiar cualquier elemento de la cámara: pila, memoria u objetivo; o del sistema de iluminación: fusible, foco o cualquier otro elemento que esté en contacto con la energía eléctrica, primero se debe apagar el aparato, si se trata de cambiar alguna de las bombillas, se deben usar guantes o un paño limpio para no tocarlas directamente con las manos. En el caso de las luces de destello hay que hacer una última emisión de luz y apagar inmediatamente el equipo para vaciar la carga acumulada, con ésto se evitarán descargas eléctricas o pequeños cortos que puedan dañar los equipos.

Las obras patrimoniales tienen decenas o centenas de años y no siempre están en las mejores condiciones de conservación y limpieza, por lo que puede ser importante el uso de tapabocas industriales, guantes y en ocasiones batas o monos⁷⁸ para protegerse del polvo y micro organismos dañinos.

En condiciones críticas donde la presencia humana puede alterar en forma considerable el cambio en la humedad o la temperatura, se deben seguir los consejos de los especialistas en conservación, por lo que a veces sólo podrá trabajar un grupo reducido de personas durante determinados intervalos de tiempo, el uso de un termohidrometro ayudará a tener una idea de estos cambios, que también pueden perjudicar al equipo fotográfico y de iluminación.

5.2 Recursos humanos

En México son pocos los profesionales que han estudiado una licenciatura en fotografía, al momento sólo se tiene conocimiento que se imparte a nivel profesional en el Centro Universitario de Comunicación en el D.F. y en la Universidad Veracruzana, y como línea de especialidad en algunas carreras de diseño, arte o cine. Existen también carreras técnicas, diplomados, cursos y talleres, por lo que generalmente el profesional se va formando con los años a la sombra de un tutor y con la experiencia.

La fotografía tiene muchas áreas de especialidad y no todos los fotógrafos son expertos en las distintas ramas de la profesión. El dedicado a la reproducción de obras de arte debe saber interpretar los requerimientos que se le solicitan y a través de sus conocimientos, del equipo y de la técnica, traducirlos en la imagen solicitada; solucionar problemas técnicos en campo; mantenerse actualizado en cuestión tecnológica; especializarse en la reproducción de proporciones, color y texturas; trabajar bajo presión y en diferentes condiciones de tiempo, humedad, temperatura y espacios; contar con conocimientos generales de historia del arte que permitan reconocer las obras, sus características e importancia, la técnica empleada, los cuidados necesarios, el contexto que rodea al objeto, la jerarquía de algunos elementos y el manejo de la obra.

Suele ser muy cansado y poco eficiente realizar el registro fotográfico en forma individual, por lo que se requiere de una o de preferencia dos personas que auxilien en esta labor. Los ayudantes deben apoyar en todo momento las labores del fotógrafo principal, es él quien encontrará la mejor solución para la aprehensión de la imagen y no debe desperdiciar tiempo, ni esfuerzo en la carga, el armado o la búsqueda de los materiales. La disposición, creatividad, atención, organización y ganas de aprender deben ser características intrínsecas del personal de apoyo,

⁷⁸ Prenda de vestir de una sola pieza, de tela fuerte, que consta de cuerpo y pantalón, especialmente la utilizada en diversos oficios como traje de faena (Real Academia española, 2001)

en ellos recaen las labores físicamente más pesadas, más tediosas y menos gratificantes, sin embargo, la recompensa será la adquisición de conocimiento, experiencia y el acceso a equipo de alto costo. No se recomienda emplear a fotógrafos generales, ni auxiliares que no cumplan las características mencionadas, los resultados podrían no ser los adecuados.

Las funciones y responsabilidades del fotógrafo y de su equipo deben estar limitadas al trabajo de la captura de la imagen (Osorio, F. s.f.c.), por lo que si fuera necesario mover o limpiar los murales o fragmentos, sólo debe hacerlo el personal autorizado, una vez terminada la toma se deben regresar las piezas al mismo lugar y posición en el que se encontraban originalmente.

Michel Frizot (2009, p. 55) dice que el operador de la cámara oscura (el fotógrafo) decide el momento de incidencia, la orientación física del dispositivo y su condicionamiento técnico, menciona que no puede ser neutro ya que es sujeto de sus propios deseos, intenciones, provisiones, distracciones e ignorancias. Como toda actividad humana la fotografía tiene cierto grado de subjetividad e interpretación, el fotógrafo puede resaltar, eliminar, disminuir, difuminar o exagerar ciertos elementos e incluso dramatizar la totalidad de la imagen con el uso de la perspectiva, la iluminación, la distorsión, la profundidad de campo y el manejo de color (Collins, S. 1992, p. 12). Para obtener imágenes con fines de registro e investigación, es mejor que la actitud del fotógrafo sea transparente, que no se note un estilo particular que pueda ser más importante que el reflejo natural del objeto aprehendido. En este sentido Michel Zabé durante el ciclo de conferencias “El fotógrafo y la obra de arte” realizado en 1998 en el Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, expresó lo siguiente:

Para el profesional fotografiar una obra de arte, es primero y ante todo, obtener una imagen que sea lo más fiel posible al original, tanto grises, como negros, blancos, colores, volúmenes, detalles, tamaños, brillos, texturas, materiales tendrán que verse semejantes al original puesto que nunca serán idénticos. Lo más fiel posible porque el pigmento utilizado en las obras no es el mismo utilizado en las películas fotográficas que a su vez difiere de las tintas de los impresores para reproducir las fotografías en un libro, lo más fiel posible porque respecto a los volúmenes se reduce la tridimensionalidad a una sola dimensión.

(Michel Zabé. Comunicación personal, 1998)

En el párrafo anterior, Zabé resume de manera clara su amplia y reconocida experiencia en esta área de la fotografía, privilegiando la óptima reproducción por encima de la mirada particular del fotógrafo y entendiendo las limitaciones técnicas. Sin embargo, él posee un estilo, derivado de una refinada técnica de iluminación, exposición y nitidez en sus imágenes, que se puede reconocer sobretodo en sus reproducciones de escultura.

El fotógrafo debe involucrarse en todo el proceso de registro, no necesariamente hacerlo, es importante que forme parte de la planeación, él sabrá sus tiempos, conoce su equipo y capacidades, debe seleccionar el equipo adecuado y tomar las decisiones para la aprehensión de imágenes, indiscutiblemente es quien sabe la situación de captura, conoce el original y por lo tanto sabrá las necesidades de edición de la imagen y tendrá información indispensable para su documentación.

5.3 Equipo fotográfico y de iluminación

En la actualidad hay un amplio abanico de productos que permiten resolver la mayoría de las situaciones a las que se puede enfrentar un fotógrafo en la aprehensión de murales, por ello se le dedicó el tercer y cuarto capítulo de este trabajo, ahí se podrá encontrar la información necesaria para hacer una buena elección.

Considerando que la tecnología digital permite un mayor control en la toma y mejor calidad en los resultados finales de lo que se podía obtener en décadas pasadas, se estudiaron los componentes principales y las características que debían poseer los cuerpos y objetivos del sistema fotográfico y de iluminación, así como los distintos accesorios para la óptima reproducción de murales patrimoniales, se describieron y se emitieron una serie de recomendaciones de carácter general que sirven de guía para el conocimiento y elección del equipo. No se sugiere una marca o modelo en específico debido a que es posible obtener muy buenas imágenes con distintos aparatos y a lo vertiginoso del actual cambio tecnológico.

Los resultados de la selección obedecen a los objetivos del registro, de los modelos en el mercado y de las posibilidades económicas, obviamente el aprovechamiento dependerá del conocimiento y experiencia del fotógrafo. Ya que se trata de obras patrimoniales y las imágenes podrán ser usadas como referente para el estudio, la investigación, la difusión y en el inventario patrimonial, se recomienda siempre usar equipo de calidad con el que se pueda imitar dentro de la naturaleza fotográfica, las cualidades físicas y estéticas de las obras. La calidad y prestaciones de las herramientas para la aprehensión fotográfica, inciden de manera directa en los resultados.

5.4 Procedimiento de registro

La fotografía es una infinita combinación de factores, cada uno de los parámetros seleccionados para la aprehensión de una imagen tiene un impacto en el resultado final y determina sus características. En el caso de la reproducción de obras de arte con los objetivos que se han planteado, el fotógrafo debe seleccionar la combinación más adecuada para lograr una

reproducción de calidad lo más parecida posible al original. En las siguientes líneas se plantea un procedimiento general y se explican sus fundamentos.

5.4.1 Área de trabajo

El espacio de trabajo debe mantenerse siempre ordenado, limpio, libre de elementos innecesarios y del tráfico de personas ajenas, la responsabilidad del lugar recaerá en el personal que se encuentre trabajando en él. Todos los movimientos que se realicen cerca de una obra patrimonial deben ser calculados y deliberadamente lentos, de ninguna manera bruscos o rápidos, moverse con extremo cuidado para no tocar, raspar o golpear los murales con cualquier parte del cuerpo como las caderas, espalda, pies o cabeza, ni con la ropa o mochilas, pero sobre todo con el equipo ya que al ser de materiales rígidos el contacto puede provocar daños importantes (Collins, S. 1992, pp. 23-24).

Cuando sea posible se deben cubrir las entradas de luces parasitas cerrando o cubriendo las ventanas, las puertas o tragaluces. Para los espacios amplios, se recomienda el uso de portafondos con tripiés grandes y firmes, donde se puedan colgar telas que impidan el paso de la luz, en estas situaciones es imprescindible el uso de una lámpara sorda que ayude a moverse en la oscuridad.

Para mantener el equipo en un solo espacio, es prudente asignar un lugar limpio y seguro, llevar una bolsa de plástico grande puede ayudar para no colocarlo directamente sobre el suelo si es que no hubiese otro lugar (fig. 5.3). Lo que no se emplee con frecuencia debe mantenerse con orden en sus estuches y las maletas cerradas para evitar la entrada de polvo y animales o posibles accidentes al levantarlas.

5.4.2 Sistema cámara - objetivo

Como la herramienta de aprehensión de imágenes, el sistema cámara - objetivo debe ubicarse en el mejor lugar para reproducir en lo posible las cualidades físicas y estéticas de la obra: ortogonal al muro, a una distancia definida y con ciertos parámetros dependiendo de las circunstancias del contexto y la obra.

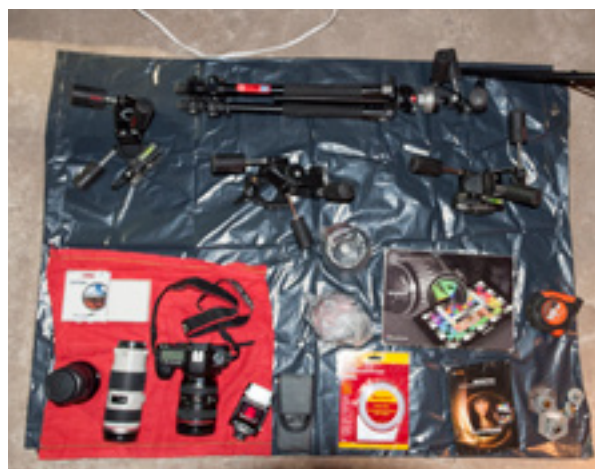


Figura 5.3 Equipo fotográfico colocado en un espacio delimitado, limpio y seguro. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

Encuadre

En primer lugar es conveniente seleccionar el tipo de toma que se desea obtener, general o detalle, el ángulo de la misma y si se quiere resaltar algún elemento en particular. Se recomienda comenzar el registro de una obra de lo general a lo particular, de izquierda a derecha y de arriba abajo, para llevar un orden y poder ubicar más fácilmente la secuencia y los detalles.

Para realizar una captura general, la cámara debe colocarse sobre un soporte firme como un tripié y al centro exacto de la toma, ortogonal al muro, paralela en ambos ejes -horizontal y vertical-, equidistante a las cuatro esquinas del área de encuadre para tratar de reproducir las proporciones del mural. Si el muro está inclinado, se puede medir la variación con un inclinómetro y así conocer el grado de desnivel en sus diferentes partes y colocar la cámara con la inclinación promedio a la altura suficiente para conservar la ortogonalidad y evitar la perspectiva provocada por la inclinación (fig. 5.4 y 5.5).

En caso de tomar una secuencia de fotos, es importante mantener los parámetros en cada una de las tomas y no mover la inclinación ni la altura de la cámara dependiendo de la topografía del mural, ya que resultaría muy complicado conservar las distancias y proporciones durante la secuencia fotográfica, lo que a su vez dificultaría la unión de varias imágenes, aparte de que la calidad de la imagen sería heterogénea.

Por otro lado es necesario saber si el visor de la cámara o en su caso la pantalla, muestran el total del área que el sensor captura, por lo regular se observa un 95% de la escena, lo que puede ocasionar que se registren objetos o espacios no deseados.

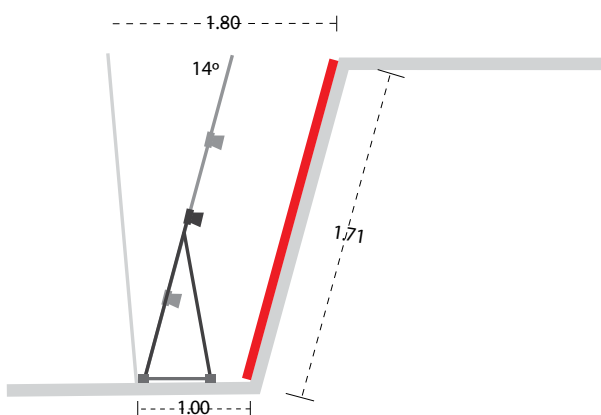


Figura 5.4 Corte transversal del talud donde se encuentra el mural de "La Batalla", Cacaxtla, Tlaxcala. Ilustración: Patricia Peña 2013.



Figura 5.5 Patricia Peña realizando el encuadre con la cámara inclinada al igual que el muro, para tomar fotos en secuencia del mural de "La Batalla", Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010.

Enfoque

El enfoque de un objeto inmóvil como un mural en principio parece sencillo, pero no lo es del todo cuando se toma una secuencia de imágenes, la iluminación es muy baja, no hay una diferencia importante de contraste o existen variaciones importantes de profundidad resultado de la humedad o del movimiento de los materiales.

Se recomienda utilizar el enfoque automático de las cámaras y lentes en la modalidad de autofocus de servo único, con la opción de zonas en punto único (si es que la cámara cuenta con ella), ya que permite elegir manualmente el punto de enfoque y disparar sólo si éste se ha logrado.

Los equipos profesionales más recientes se pueden conectar a una computadora y desde ahí controlar los parámetros de la cámara, visualizar el encuadre, y por lo tanto, el enfoque desde un monitor mayor (fig. 5.6). Esta solución resulta conveniente cuando se cuenta con el tiempo suficiente, el espacio entre la obra y la cámara es muy corto o si la cámara tiene que ser colocada en un lugar poco accesible.

No se debe descartar el enfoque manual en situaciones en que no funcione adecuadamente el sistema automático o cuando sea necesario mantener la misma área de mural en cada toma con la suficiente profundidad de campo como con el uso de cabezales robóticos.

Para conseguir una imagen nítida además del enfoque, intervienen algunos otros factores que se trataron en el tercer capítulo de esta investigación: la calidad del sensor, objetivos, filtros y la relación ISO - velocidad - exposición que se verá más adelante, al igual que la limpieza del equipo y la claridad del ambiente.



Figura 5.6 Registro de la pintura mural en el pasillo de la subestructura de El Castillo en Tulum, Quintana Roo. Debido al poco espacio, no fue posible enfocar a través del visor de la cámara por lo que se conectó a la computadora y desde ahí se enfocó y se disparó. Foto: LPMPM / Leticia Staines, 2011.

5.4.2.1 Parámetros en el software de la cámara

Cada marca, y aún más, cada modelo difiere entre sí en cuanto a las prestaciones mecánicas, electrónicas, de software y a la interfaz, es decir, al lugar donde se encuentran los botones, su funcionamiento, la organización del menú y la manera de desplegar la información en la pantalla, pero comparten las funciones básicas de tipo general.

Los parámetros mínimos que se encuentran en las cámaras profesionales y que se recomienda entender y ajustar para capturar imágenes con calidad, “limpias” y bien tomadas de origen son los siguientes:

Nombre de los archivos

El nombre de los archivos debe ser designado antes de comenzar el trabajo de registro. En la cámara se puede seleccionar el que se da a cada una de las imágenes de manera consecutiva, iniciando con la primer foto que se tomó o que reinicie cada vez que se inserta una tarjeta de memoria, esto último es riesgoso porque se pueden confundir diferentes imágenes con el mismo nombre. El número consecutivo con el uso de un prefijo es recomendable para mantener las fotografías identificadas y en secuencia, pero cuando se llega al límite que permite la cantidad de dígitos, el contador se reinicia comenzando nuevamente, por lo que igualmente se pueden tener nombres de archivos duplicados, triplicados, etc.

Steven Puglia (2004, p. 60) recomienda que el nombre de los archivos de imagen sea:

- **Único.** Ningún otro archivo debe tener el mismo nombre, se pueden utilizar prefijos para diferenciarlos.
- **Consistente.** Todos los archivos relacionados deben tener la misma estructura gramatical y pertenecer a una secuencia numérica.
- **Persistente.** No deben cambiar con el tiempo o la localización.
- **Técnicamente correcto.** No deben contener caracteres especiales, espacios o puntos y terminar con las últimas tres letras de la extensión del tipo de archivo.

Dependiendo de las necesidades de administración el nombre puede cambiar varias veces, lo que no es recomendable porque es posible perder la secuencia o duplicar nombres. De cualquier modo, es posible renombrar por lote de imágenes en algún programa de cómputo como Adobe Bridge o Lightroom, se recomienda primero trabajar sobre una copia de los archivos para entender la lógica del programa y si es posible guardar el nombre original en los metadatos de cada imagen.

Espacio de color

En la mayoría de las cámaras digitales sólo se puede seleccionar el perfil de color Adobe RGB 1998 o el sRGB. El primero es más recomendable para la aprehensión y edición de fotografías por tener un espacio de color más amplio, y aunque sRGB posee colores más brillantes tienen un espacio de color más limitado y puede aplicar un recorte en la información de la imagen

(fig. 5.7). Ambos perfiles pueden trabajar con 16 bits pero añaden una corrección gama⁷⁹ a las imágenes por lo que distorsionan los colores originales de las obras, pero suelen ser las únicas opciones en los menús de las cámaras.

Formato de imagen

Con la tecnología actual, una imagen del patrimonio tomada con cámara o respaldo digital debe grabarse en formato RAW con la mayor profundidad de color posible (12, 14 o 16 bits dependiendo de la cámara), esta decisión impacta no sólo en la recuperación de color, también en la edición de la imagen sobre todo para mejorar tonos en la partes claras u oscuras. Este formato graba lo que el sensor captura: el balance de blancos, contraste, saturación y otras preferencias seleccionadas en la cámara que no son aplicadas directamente a la imagen, por lo que pueden ser modificadas posteriormente, permitiendo sacar un mayor provecho de cada fotografía.

En algunas cámaras existe la posibilidad de comprimir el archivo RAW, lo que no es aconsejable en ningún tipo de documento electrónico con fines de preservación. A futuro cuando cambien los formatos, programas y equipos, puede resultar más difícil abrir, rescatar o copiar un archivo comprimido que uno que no lo está (Franziska Frey. Comunicación personal, 2000).

Tamaño de imagen

Genevieve Lucet (Comunicación personal, 2001) sugería que la resolución mínima para fotografiar un mural patrimonial que sirva para la investigación y otros derivados como su aplicación en realidad virtual inmersiva, debía ser de cuando menos cuatro pixeles por mm². Más de una década después y con el aumento en la resolución espacial de las cámaras digitales y los dispositivos de salida, se recomiendan nueve pixeles por mm². Dicha cifra se puede encontrar dividiendo la cantidad de pixeles entre nueve lo que daría la longitud mínima en milímetros que debe abarcar el encuadre, por ejemplo (tabla 5.1):

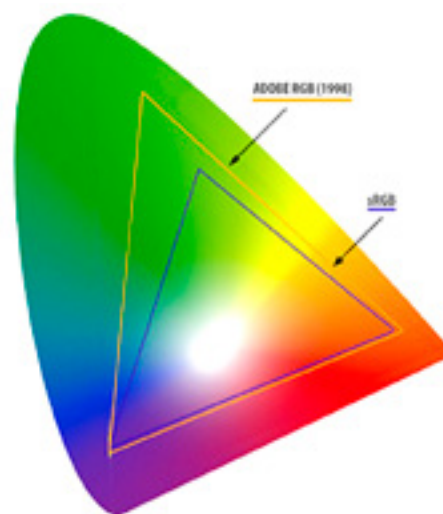


Figura 5.7 Espacio de color Adobe RGB 1998 y sRGB
Fuente: AdvancedPhotography.net

⁷⁹ Es una corrección a las imágenes para compensar la desviación tonal de los monitores y tiene su origen en los sistemas de color de televisión (Rosso. 2010, p. 6).

Megapíxeles	Píxeles	Área de encuadre	Peso aproximado
10.2	3872 x 2592	430 x 288 mm	28.7 Mb
12.1	4256 x 2832	473 x 315 mm	34.5 Mb
21	5616 x 3744	624 x 416 mm	60.2 Mb
36	7360 x 4912	818 x 546 mm	103.4 Mb

Tabla 5.1 Algunos ejemplos de área de encuadre respecto a la resolución espacial.

Los valores anteriores pueden tomarse como referencia para encontrar el tamaño de imagen y el espacio de encuadre en la cámara según el lente, la distancia y el sensor (fig. 5.8). Como se indica en el capítulo anterior, no todos los sensores tienen la misma calidad aún siendo de la misma resolución y marca, por lo que la calidad final de la imagen no sólo dependerá del tamaño de la imagen obtenida (véase calidad de imagen al final de este capítulo).



Figura 5.8 Como se puede apreciar, la toma es un poco más abierta (80 x 55 cm aprox.) que el espacio de encuadre recomendado (62 x 41 cm). Imágenes tomadas con una cámara Canon 5D Mark II de 5616 x 3744 píxeles (21 Mp). Fotos: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010.

Con base en la mayoría de los equipos que se encuentran en el mercado que van de los 10 a los 36 megapíxeles y de acuerdo con la información anterior, se recomienda utilizar el máximo tamaño de imagen fijándose en el espacio de encuadre para registrar murales patrimoniales y si no es posible obtener la imagen en una sola toma de calidad, se aconseja realizar una secuencia de fotografías para formar una sola de mayor calidad como se explicará más adelante.

El almacenamiento para grandes cantidades de información como los bancos de imágenes está dejando de ser problema por la mayor capacidad de los discos y la disminución en los precios, llegando a representar sólo una pequeña parte del costo total de un proyecto de digitalización, por lo que no debe ser una limitante para el registro del patrimonio.

Balance de blancos

Para obtener un balance de blancos sin dominancia de color existen varias opciones. En la cámara es posible seleccionar la función automática que dependiendo de las condiciones de iluminación selecciona una de las funciones promedio, por lo que no es precisa. Se recomienda utilizar la opción de blancos predeterminados o de temperatura de color, con la primera se pone una referencia gris neutra al 18%, se ilumina con la luz que se va a utilizar y se programa la cámara para que compense la dominancia de acuerdo a la muestra, esta medición puede variar dependiendo de la posición de la muestra respecto a la fuente de iluminación, a la cámara o a la antigüedad de la tarjeta, de ahí que si es posible medir la temperatura de color de la luz incidente con un espectro- fotómetro, es preferible seleccionar en las preferencias de la cámara la medida en grados kelvin más cercana a la medición de la fuente de iluminación, más allá de los datos que ofrezca el fabricante, para conocer la temperatura exacta de la iluminación incidente en una situación de registro específica con la debida compensación para filtros si es que se usan (fig. 5.9).

Independientemente del método utilizado, es importante tomar imágenes de control cuando cambien las condiciones de iluminación, con una tarjeta de color o de grises como la Macbeth Passport o la Macbeth Classic, a la misma distancia y parámetros con los que se tomaron las imágenes del mural, con el fin de tener una referencia de las cualidades de la luz en el momento de la toma y poder hacer una corrección de color a través del software. Para ello la tarjeta no debe tener reflejos y debe abarcar cuando menos el 10 % de la toma para que pueda ser leída por programas de cómputo y con los datos suficientes hacer la corrección necesaria.

(Véase reproducción de color en página)



6300 K



5900 K



5600 K



5300 K



5000 K



4800 K



4500 K



4300 K



4200 K

Figura 5.9 Tomas fotográficas con diferente selección de temperatura de color en la cámara ($f/7$ 1/60). Se utilizaron dos luces de destello rebotadas en sombrillas blancas, a 240 cm de distancia del mural con una gran cantidad de luz ambiente. Mural del Hombre Águila en el muro norte del pórtico A en Cacaxtla, Tlaxcala. Fotos: LPMPEM / Teresa del Rocio González Melchor y Ricardo Alvarado Tapia, 2008.

“Optimización” de la imagen

La mayoría de las cámaras vienen con ajustes predeterminados para que las imágenes en general se vean “bien”, con una exposición promedio y un agradable manejo de color y contraste en situaciones regulares. En la fotografía de registro todos los parámetros deben permanecer sin ajuste alguno, es decir a ceros: sin saturación, contraste o enfoque adicional, ni balance de blancos automático. Aunque no se graban estos parámetros directamente en la imagen RAW, si la acompañan de origen y determinan nuestro punto de partida para futuras modificaciones.

5.4.2.2 La exposición

Una adecuada exposición del sensor a la luz reflejada de un objeto, proporcionará en principio una imagen con una buena combinación de tonos claros, medios y oscuros, pero dependiendo del valor ISO, la apertura del diafragma y la velocidad obturación (fig. 5.10) determinantes en la cantidad y el tiempo en que la superficie sensible del sensor será expuesta a la luz, pueden variar algunas características de la imagen. Otros elementos que intervienen en esta acción⁸⁰ son el uso de filtros y el tipo de lente, además del funcionamiento del sensor.

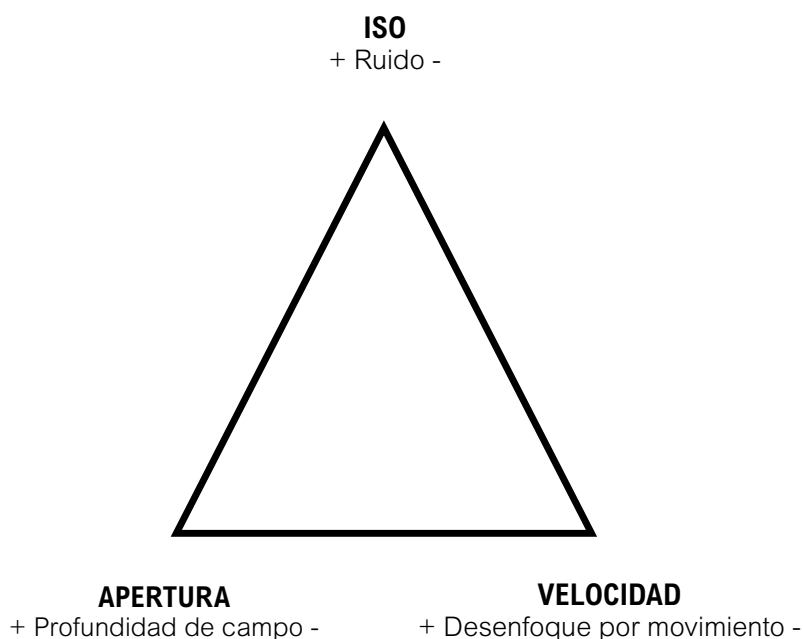


Figura 5.10 Triángulo de exposición. A mayor ISO menor apertura o mayor velocidad o viceversa, a mayor apertura menor ISO o menor velocidad o viceversa, a mayor velocidad mayor apertura o mayor ISO o viceversa. Dibujo: Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

⁸⁰ Langford (1990, pp. 299-300) y Collins (1992, pp. 113-119) señalan diferencias entre la fotografía analógica en blanco y negro y la de color, en cuanto a la amplitud y cualidades de su rango dinámico, y en los tipos y respuesta de sus materiales para lograr una adecuada exposición, en los que también difieren con la fotografía digital.

Valor ISO

En la fotografía analógica el valor ISO se refiere a la sensibilidad que tiene la película respecto a la luz y tiene una relación directa con la calidad del grano de la película, a menor ISO mayor calidad y menor sensibilidad, a mayor ISO menor calidad y mayor sensibilidad. En la fotografía digital no funciona de la misma manera, la sensibilidad de cada uno de los elementos captadores de luz del sensor es fija, tienen un valor aproximado de 100 o 200 ISO dependiendo de la cámara⁸¹, los índices superiores se logran por una amplificación de la señal recibida y no por un incremento en la sensibilidad de los elementos captadores, este es el motivo de la aparición de ruido o pequeños cuadros de colores en las imágenes digitales hechas con una sensibilidad ISO alta y baja iluminación (Molinari, M. 2006).

Se recomienda utilizar el valor mas pequeño que ofrezca la cámara ya que será su valor real (100 o 200 ISO), es preferible obtener una imagen RAW más limpia y sobreexponerla en la computadora que trabajar sobre archivos de mala calidad.

Apertura⁸² del diafragma y velocidad⁸³ del obturador

Con una correcta exposición se busca un adecuado balance entre las áreas oscuras, las claras y los tonos medios de la imagen y la más alta calidad de resolución con la profundidad de campo deseada. Una fotografía tomada con el diafragma totalmente abierto tendrá un plano muy nítido con muy buena calidad en el punto de enfoque y los demás desenfocados, pero presentará mayor deformación y aberraciones más pronunciadas en los extremos; con el diafragma totalmente cerrado se obtendrá una gran profundidad de campo con un enfoque amplio en varios planos, pero menor nitidez general (fig. 5.11), debido a que los rayos de luz que pasan por un diafragma muy pequeño, rebotan en sus laminillas y se dispersan hacia todos lados, provocando un difuminado general en toda la imagen (fig. 5.12). De acuerdo con lo anterior, se recomienda no llegar cuando menos por dos pasos a las aperturas más extremas.

Según Luis Monje (2004), los objetivos de focal media y mediana calidad, consiguen la máxima calidad de imagen cerrando unos tres puntos el diafragma por encima de la apertura máxima,

⁸¹ Según la información mostrada en la página <http://www.dxomark.com/index.php/eng/Image-Quality-Database/Compare-cameras> los distintos modelos de cámaras varían en la sensibilidad descrita por los fabricantes, lo que quiere decir que no todos los sensores se apegan a los estándares ISO.

⁸² Los números f indican la apertura del diafragma, y son iguales a la razón entre la longitud focal y el diámetro de abertura del objetivo, por ejemplo $f/1.4$ en un lente 50 mm significa que la abertura es 35.7 mm. Los números f responden a una serie de potencias de la raíz cuadrada de 2. En efecto, la raíz cuadrada de 2 es 1,4, y pasamos a los siguientes números de la escala multiplicando o dividiendo por ese número: 0,7 ($\approx 1/1,4 = 1,4-1$), 1 ($\approx 1,4/1,4=1,40$), 1,4 ($\approx \sqrt{2}=1,41$), 2 ($\approx 1,42$), 2,8 ($\approx 1,43$), 4 ($\approx 1,44$), etc. Cada número f de la serie indica que la cantidad de luz que pasa a través del objetivo por unidad de tiempo es la mitad de la representada por el número anterior. (García, E. 2005, p. 13).

⁸³ Con la velocidad del obturador sucede algo similar que con la apertura, la siguiente o anterior medida incrementa al doble o decrece a la mitad el tiempo de exposición.

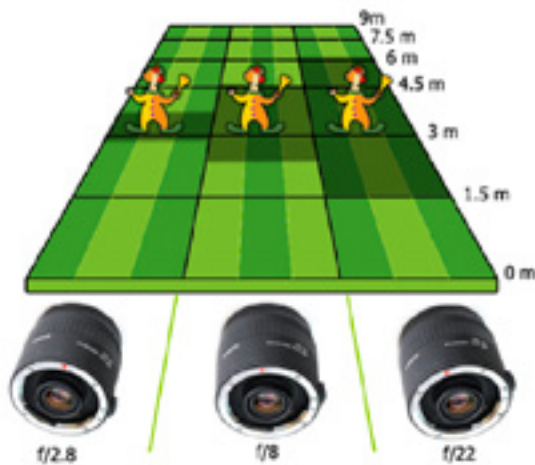


Figura 5.11 A mayor apertura del diafragma, menor profundidad de campo, a menor apertura mayor profundidad de campo. Fuente: Oswaldoramirez.com 2012.



Figura 5.12 Diafragmas pequeños provocan difracción de la luz y reducen la nitidez de la imagen. Fuente: Molecular Expressions.

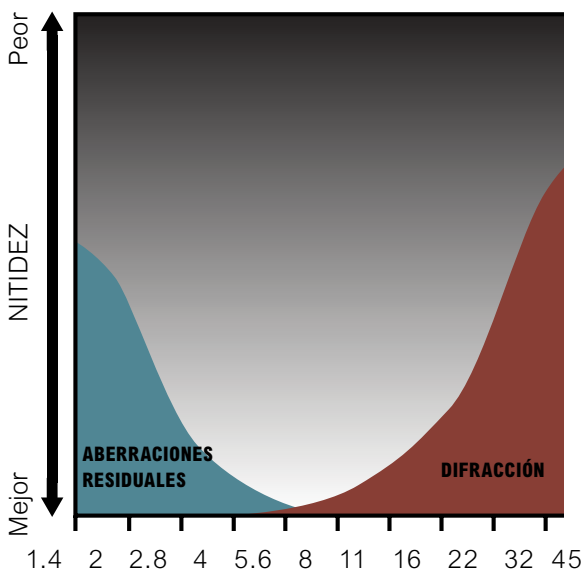


Figura 5.13 Relación de la nitidez de la imagen con la apertura del diafragma. Ilustración: Ricardo Alvarado, 2012. Basado en Monje, 2002.

de este modo se obtienen imágenes de buena resolución con la profundidad de campo necesaria para la toma de murales (fig. 5.13).

Por lo general, la pintura mural se encuentra en superficies planas, lo que permite seguir el consejo de Monje para obtener imágenes con buen poder de resolución utilizando poca profundidad de campo logrando que toda la imagen se encuentre en foco. Pero con el paso del tiempo los muros no siempre conservan su estado bidimensional, por el movimiento de los edificios o la humedad entre otros factores, esta situación debe tomarse en cuenta al momento de seleccionar la exposición.

Respecto a la velocidad de obturación en relación con la apertura (fig. 5.14), se sugiere no usar velocidades lentas por debajo de 1/60 porque pueden salir movidas las imágenes si es que no se usa un tripié firme o un mando a distancia. Si la velocidad es demasiado lenta puede modificarse de manera importante el contraste y afectar el balance de color (Collins, S. 1992, p. 35).

Con la luz de destello se recomiendan velocidades entre 1/60 y 1/250 de segundo siempre y cuando sincronicen con la cámara, prefiriendo las más rápidas para evitar la ingerencia de luces parasitas con temperatura de color diferente al sistema de iluminación artificial (Collins, S. 1992, p. 28). La luz de tungsteno y la fluorescente por ser constantes no dependen de la sincronización, pero de cualquier forma no se recomiendan las exposiciones largas.

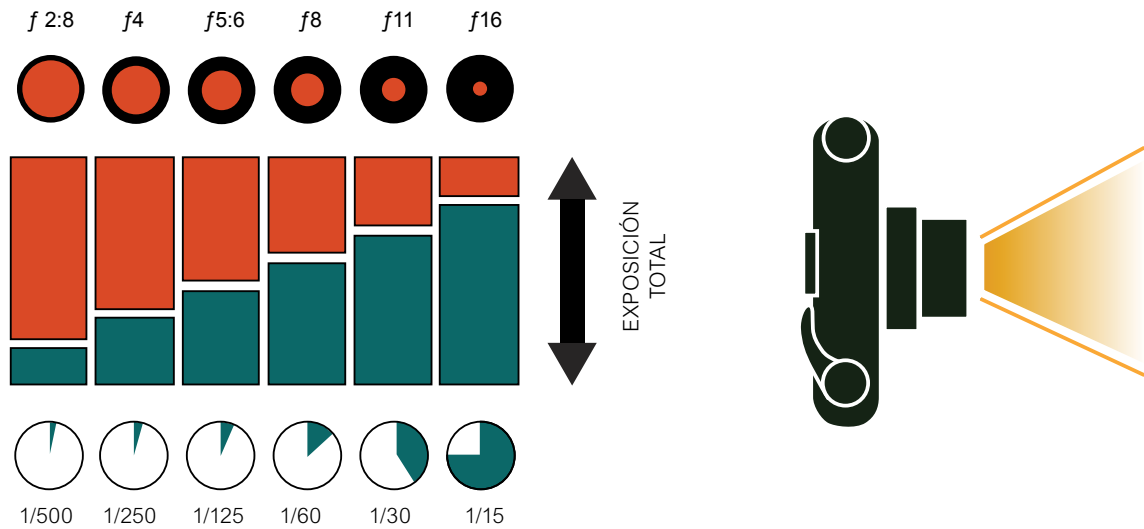


Figura 5.14 Relación apertura del diafragma - velocidad de obturación. Diagrama: Ricardo Alvarado Tapia, 2012. Basado en Antonio Damásio, 2010.

Filtros

Todos los filtros modifican el paso de la luz, algunos como el *skylight* y el ultravioleta no tienen mayores repercusiones en la exposición pero cambian ligeramente el color de las imágenes. Otros como el polarizador, pueden llegar a disminuir la intensidad de la iluminación uno o dos pasos dependiendo de la marca y el grado de polarizado, en cuyo caso hay que compensar de acuerdo a la lectura del exposímetro manual y comprobar la lectura a través del lente en la cámara, por lo que se recomienda investigar la influencia de cada filtro en la exposición.

Fotografía de alto rango dinámico⁸⁴

Edward Weston (1886-1958) propuso las bases que tiempo después sistematizara Ansel Adams para lo que se ha denominado sistema de zonas. Se trata de un método para conseguir fotografías en blanco y negro de amplia gama tonal y aunque también se ha aplicado a la fotografía analógica en color, los resultados no son los mismos. El principal postulado de este sistema señala que se debe exponer la película para las sombras y revelar para las altas luces, lo que exige llevar a su límite la información grabada y reproducible por los materiales analógicos. El nombre de la técnica proviene de la división de la escena a fotografiar en diez zonas tonales y su relación con la exposición de la cámara, el revelado y la impresión en papel.

⁸⁴ En fotografía, rango dinámico es el rango de diferencia tonal entre la parte más clara y la más oscura de una imagen. Cuanto más alto sea, se pueden potencialmente representar más matices. También describe la capacidad de un sistema digital de reproducir información tonal desde su parte más claro hasta la más oscura (Kenney, A. 2002).

En cuanto a la fotografía digital, los sensores aún muestran deficiencias importantes para capturar los detalles en las altas luces y en las sombras, donde puede aparecer ruido digital, los llamados “artefactos”. Si se quisiera fotografiar una escena con altas luces es probable que se sobrepase el umbral del sensor para capturar información y se obtengan áreas totalmente blancas, lo que en fotografía digital significa ausencia de datos.

La tesis doctoral de José Aguilar García (2005) titulada “Aplicaciones del sistema de zonas a la fotografía digital en color”, ofrece una revisión muy completa acerca de la teoría, historia y técnica del sistema de zonas, sin embargo, al tratar de aplicarlo al proceso digital no es funcional, por la sencilla razón de que está basado en el amplio rango dinámico de los materiales analógicos en blanco y negro (película y papel) y la fotografía digital no captura los detalles en las sombras y en las altas luces como la analógica, problema que se resolverá en el futuro próximo, pero aún así, el sistema no funcionaría de la misma manera. Implementar el sistema de zonas a la fotografía digital no es necesario, ya que por otros medios se pueden obtener resultados similares. Aguilar (2005, p. 423) también propone que se utilicen diferentes herramientas y no que se trabaje solo con el “revelado” de la imagen digital, “varias herramientas de este programa (photoshop) de retoque servirán para realizar los mismos ajustes que Ansel Adams realizaba en su laboratorio” menciona el entonces doctorando.

En la actualidad, uno de los caminos para obtener una imagen digital de alto rango dinámico, es capturar la misma escena en formato RAW con diferentes exposiciones en por lo menos tres tomas: normal, sub y sobreexpuestas y, a través de un programa de cómputo, mezclarlas integrando los detalles de las luces de las imágenes subexpuestas con las sombras de las sobreexpuestas y la normal en una sola imagen, lo que se llama HDR por sus siglas en inglés (*High Dynamic Range*). Hasta donde se tiene información, este proceso altera en forma importante la saturación y los tonos de la imagen por lo que no se recomienda como un método de registro para murales patrimoniales.

Otro procedimiento menos complicado, con menor amplitud tonal pero más eficiente en resultados, es el que se ha venido mencionando en las páginas anteriores: aprehender en formato RAW porque tiene mayor profundidad de color que otros, exponer para los tonos medios más brillantes⁸⁵ y rescatar sombras y luces equilibrando el color en algún programa de apertura y edición de archivos RAW. De esta manera se puede conseguir una buena gama tonal con un óptimo balance de color a través de una sola imagen.

Adrián Alemán (2009) dice que una cámara que graba RAW en 12 bits tiene un rango dinámico de 5 o 6 pasos por lo tanto de 4096 niveles de color. Menciona que en la captura RAW hay

⁸⁵ Michael Reichmann (2012), menciona que se destina mayor cantidad de datos para grabar las partes claras de una imagen que para las oscuras.

mucha más información en las luces que en las sombras: si la cámara captura seis diafragmas de rango dinámico, el más brillante contendrá la mitad de los niveles disponibles (2.048), el siguiente 1.024, el siguiente 512 y así sucesivamente, por lo tanto, al subexponer un diafragma se están perdiendo 2.048 niveles, la mitad de la información que se puede capturar, por el contrario si se sobreexpone un diafragma se pueden perder sólo 64 bits el equivalente al 1.57% del total de la información (fig. 5.15).

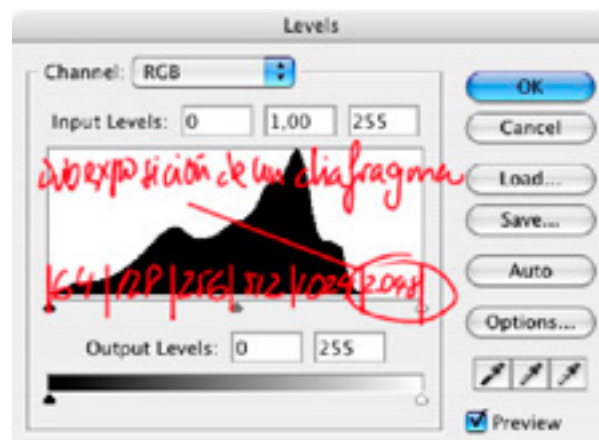


Figura 5.15 Histograma de una imagen de 12 bits donde se muestra la pérdida de un paso en la parte más brillante, es decir la mitad de la información 2048 de los 4096 bits. Imagen: Adrián Alemán, 2009.

5.4.3 Sistema de iluminación

La luz solar provoca la mejor respuesta colorimétrica, sin embargo no es posible mantener constantes sus cualidades durante el tiempo que dura el registro de una obra, por lo que es más recomendable el uso de luz artificial para controlar la intensidad, dirección, inclinación, dureza y temperatura de color durante la sesión.

Para reproducción de obra de arte, Sheldon Collins (1992, pp. 46-50) opta sin eximir otros tipos, por las lámparas de tungsteno como las marca Lowel, por su tamaño, versatilidad e iluminación brillante y controlable, pero las prefiere con el uso de paraguas para disminuir los daños debido al intenso calor que provocan. Eumelia Hernández, (Comunicación personal, 2008) utiliza luz fría con el respaldo digital Phase One p45 para obra de caballete, por ser luz constante y de baja emisión calorífica, pero impráctica para su uso en murales por su baja iluminancia.

De acuerdo con las pruebas realizadas y expuestas en esta investigación, la luz de destello es la mejor opción para reproducción de obras de arte patrimonial, su luz brillante puede iluminar zonas amplias de manera homogénea, es de intensidad regulable, su temperatura de color ronda entre los 5000 y 5700 K dependiendo de la marca y modelo, muy cercana a los 5500 K⁸⁶, por lo que en ciertas circunstancias se puede combinar con la luz del día, tiene el mejor índice de reproducción cromática, genera poco calor por ser de destello y es baja en emisión de radiaciones ultravioletas.

⁸⁶ Se buscó información para saber si existe “la luz blanca pura” y no se encontró información contundente al respecto, por lo que se escribió por correo electrónico a la Comisión Internacional de Luminosidad y el Dr. Peter Zwick director técnico respondió que no hay un indicador para esta cualidad de la luz. Para asuntos prácticos, en esta investigación se decidió utilizar 5500 K valor referido en el glosario de términos del programa Eye One Match V. 3.0, 2004 como el valor aceptado por la Comisión Internacional de Luminosidad.

Colocación

Una vez que se ha seleccionado el equipo que se va a utilizar, el encuadre, el espacio que abarcará cada una de las tomas, las distancias entre el muro y la cámara, se procede a colocar el sistema de iluminación con los accesorios necesarios como filtros, paraguas o cajas suavizadoras antes de medir la temperatura de color y la intensidad de la luz.

Se recomienda colocar la lámparas en un ángulo de 45° en relación al eje longitudinal de la lente, esta disposición funciona muy bien sobre todo para encuadres pequeños. Cuando es necesario fotografiar espacios más amplios, es conveniente abrir el ángulo de las luces entre 60° y 75° y no sobrepasar esta última medida, porque se vuelve notoriamente dispareja la concentración de luminosidad y se produce viñeteo, también se corre el riesgo de iluminar directamente el lente de la cámara o resaltar demasiado la textura de la obra (Hart, R. 2000, pp. 46-49) (fig. 5.16).

Alejar las fuentes de iluminación de la escena puede servir para evitar los reflejos no deseados, pero debe considerarse la ley de la inversa del cuadrado que dice: *la luz que un objeto recibe es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre dicho objeto y la fuente de iluminación* (Segurajáuregi, 2008, comunicación personal), que no aplica al pie de la letra en situaciones reales porque sólo funciona bajo condiciones controladas.

Es aconsejable iluminar el mural completo para no mover el sistema de iluminación junto con la cámara y mantener la misma luz en todas las tomas, sean generales, consecutivas o detalles. Cuando no sea posible, se recomienda tratar de reproducir las mismas condiciones de intensidad, distancia, dirección y tipo de luz en cada una de las tomas, para que haya homogeneidad en la sesión fotográfica (fig. 5.17 y 5.18). De igual modo en el caso de la captura de imágenes en secuencia, es conveniente mover el sistema de iluminación junto con la cámara, para que cada una de las tomas tengan la misma iluminación.



Figura 5.16 Dos luces de destello a 55° aprox. del mural de la banqueta en Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2008.

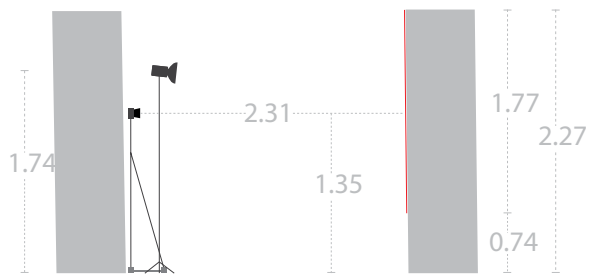


Figura 5.17 Corte y detalle de la planta del edificio A de Cacaxtla, Tlaxcala, donde se muestran las distancias, la colocación de la cámara y el equipo de iluminación. Ilustración: Patricia Peña, 2012.



Figura 5.18 Registro fotográfico del pórtico A, Cacaxtla, Tlaxcala. Se puede apreciar la colocación del equipo de iluminación. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2008.



Figura 5.19 Fragmento del muro oriente del Templo Rojo en Cacaxtla, Tlaxcala. Del lado izquierdo con luz de destello a 45o, del lado derecho con una luz de destello rasante a 80o. Fotos: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2008.

La fuente de luz debe colocarse por encima de la altura de la cámara para resaltar ligeramente la textura del mural como una de sus características físicas, sin que llegue a aparecer tanto que distraiga la atención de la escena (fig 5.19) y a una distancia que permita enviar un haz de luz amplio y homogéneo que ilumine en forma pareja toda la obra.

Medición

Para medir la intensidad de la luz se requiere de un exposímetro -de preferencia manual-, que indique la velocidad del obturador y la apertura del diafragma de la cámara de acuerdo a la sensibilidad ISO (fig. 5.20). Se sugiere colocar el valor de la velocidad que se pretende utilizar en el exposímetro (1/125 por ejemplo) y al realizar la medición de la luz incidente, el exposímetro indicará la apertura del diafragma en valores f , se debe medir cerca de cada una de las cuatro esquinas que abarca el encuadre y si éste es muy amplio también en el centro de la obra, los valores obtenidos no deben diferenciarse por encima de tres décimas porque la disparidad en la intensidad sería notoria (fig. 5.21). La medición de la luz reflejada no es aconsejable en estos casos, porque se puede recoger información de una área superior a la del encuadre, lo que daría datos imprecisos.



Figura 5.20 Medición con exposímetro manual de la intensidad de la luz incidente en el mural poniente del Templo Rojo en Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Patricia Peña, 2008.

También se puede valorar la intensidad de la luz a través del exposímetro de la cámara que mide la luz que entra por el objetivo, el inconveniente de este método es que dependiendo de la preferencia, puede calcular luces provenientes de cualquier parte del exterior frente al objetivo, no discrimina entre los altos contrastes y está diseñado para medir sobre una distribución uniforme de las zonas claras y oscuras, este sistema sólo se recomienda para confirmar las medidas tomadas a la luz incidente con el exposímetro manual.

El uso de filtros puestos en el sistema de iluminación no afecta la medición de la exposición, sea está reflejada o incidente, porque la luz que llega al exposímetro manual o al de la cámara vendrá ya con la variación de los filtros, no así los colocados en el objetivo de la cámara, puesto que el exposímetro manual no mide la intensidad de la luz que llega directamente al sensor por lo que hay que compensar de acuerdo a las cualidades individuales de cada filtro.

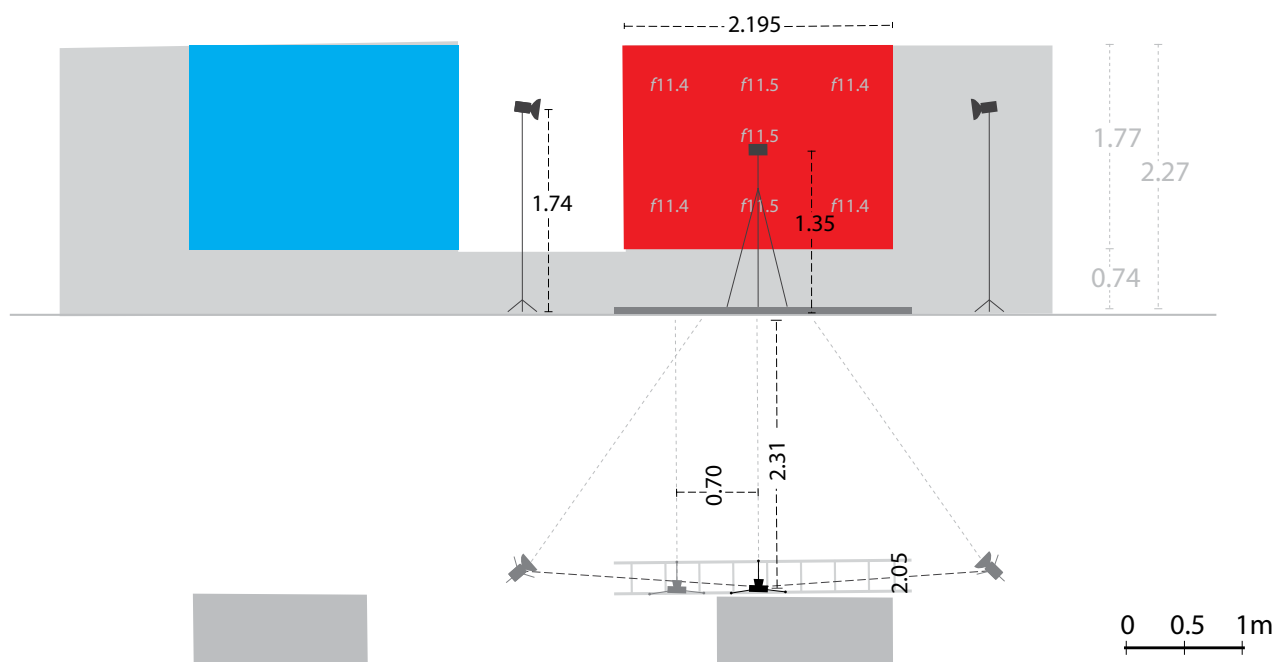


Figura 5.21 Diagrama de colocación de la cámara sobre un sistema de rieles para su desplazamiento y de la iluminación del muro completo. Pórtico A de Cacaxtla, Tlaxcala. Ilustración: Patricia Peña, 2013.

Respecto a la intensidad de la luz, Fernando Osorio (2001) recomienda apegarse a la norma internacional para fotografiar objetos de museo que se ubica por debajo de los 1000 luxes para proteger la integridad de la obra, la medición se debe realizar con un luxómetro⁸⁷ cercano al objeto a fotografiar y dirigido a la fuente de iluminación.

Características materiales de las obras

Los distintos materiales absorben y reflejan la luz de manera diferente (fig. 5.22), lo mismo sucede con los colores y el contraste, para la exposición habría que tomar en cuenta si la obra es brillante, opaca, clara, oscura o muy contrastada y adoptar las decisiones que nos permitan rescatar los detalles en todas las zonas.

Una buena parte de las obras murales en México están pintadas al fresco o al seco, ambas técnicas combinadas con los materiales que revisten los muros, proporcionan un acabado mate o semimate lo que facilita su iluminación, pero no todos los casos son así.

⁸⁷ El espectrofotómetro también cuenta con esta función.

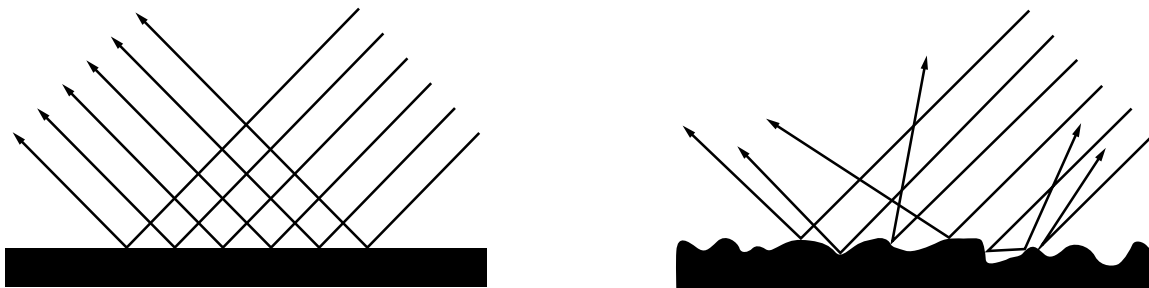


Figura 5.22 Comportamiento reflexivo de la luz dependiendo de la textura del material donde incide. Ilustración: Patricia Peña, 2012.

Durante la segunda mitad del siglo pasado, con la idea de conservar los murales prehispánicos de México, algunos fueron cubiertos con resinas acrílicas que producen brillos y con el tiempo se han vuelto amarillentas, estas resinas han sido retiradas de algunos muros porque los perjudica evitando que respiren y conteniendo la humedad lo que genera abultamientos, desprendimientos de la capa pictórica o manchas blancas por la concentración de sales.

En la época colonial, la mayoría de los murales se pintaron en los conventos e iglesias, algunos de ellos utilizaron el blanco del estuco como color de fondo, la técnica utilizada probablemente fue al fresco, con muros muy pulidos lo que hace brillar algunas áreas de las paredes.

Respecto al movimiento muralista del siglo XX, gran parte de los murales se pintaron al fresco, sin embargo, David Alfaro Siqueiros en su afán por experimentar con nuevos materiales, realizó obras con gran textura en las que se ha acumulado el polvo y se dificulta su iluminación (fig. 5.23).

Muchas de la obras de este periodo se encuentran en edificios públicos con problemas particulares de iluminación por el tamaño, el lugar donde fueron realizadas o por los lineamientos de captura fotográfica de la institución donde se encuentran.

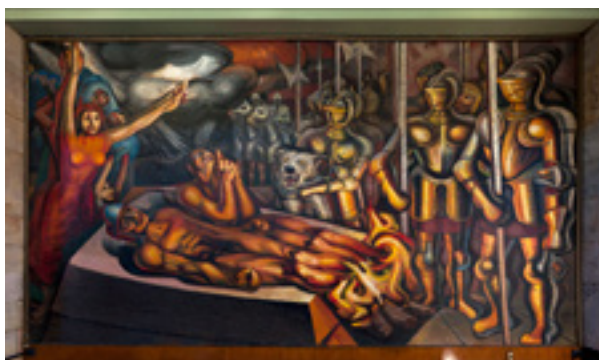


Figura 5.23 El tormento de Cuauhtémoc, David Alfaro Siqueiros, 1951 y un detalle donde se aprecia la textura y el contraste de la obra. Palacio de Bellas Artes. Fotos: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

Cuando la escena -en esta caso el mural- no es un espacio “promedio”, la lectura con exposímetro de la luz reflejada podría ser errónea ya que la obra absorbería o reflejaría más o menos luz de lo “común” y los exposímetros están diseñados para medir en condiciones “normales” o en escenas con valores de luminosidad promedio equivalente al gris 18%. Este problema se puede resolver midiendo la luz incidente y comprobarlo con la medición de la luz reflejada a través del exposímetro de la cámara y según la experiencia lo aconseje y dependiendo de las características de la obra, incrementar o disminuir los valores de la exposición.

Accesorios

Algunos accesorios pueden producir cambios benéficos en la luz para la reproducción de murales, por ejemplo el uso de sombrillas o cajas de luz dan un efecto suavizante y homogéneo sobre la superficie, pero también se debe tomar en cuenta la modificación de la iluminación en su intensidad, temperatura de color, dureza y ángulo de apertura. Como se puede ver en el experimento de sistemas de iluminación en el capítulo anterior, no es posible establecer valores generales de afectación de los accesorios sobre las cualidades y calidades de la luz, ésto depende de la marca, modelo, tiempo de uso de cada accesorio y por supuesto del contexto donde se desarrolla la fotografía.

Parámetros

Se recomienda utilizar por lo menos un juego de lámparas de 500 watts de intensidad máxima variable, porque la intensidad de su luz permite una apertura óptima del diafragma del objetivo y por lo tanto una adecuada definición y profundidad de campo para el registro.

Es conveniente que las fuentes de iluminación sean de la misma marca, modelo y de preferencia con el mismo tiempo de desgaste, para que emitan luz con características similares de intensidad y temperatura de color. Las luces de destello necesitan de unos segundos después de la última descarga para poder recuperar nuevamente la carga completa, la mayoría de ellas cuenta con una señal audible que permite identificar el momento en el que están listas para la siguiente toma.

Las fuentes de iluminación deben conectarse a una corriente de energía estable, con la seguridad que soporta la demanda de intensidad requerida o en su caso proveer una fuente autónoma como una batería o una planta de luz.

5.4.4 Reproducción de color

Uno de los procesos fundamentales para obtener una imagen similar a un original es el de la reproducción del color. Francisco Rosso (2010, pp. 5-7) afirma que los materiales fotográficos tanto químicos como electrónicos no están configurados para ofrecer fidelidad en la reproducción de los colores sino imágenes agradables por encima de la exactitud. Menciona que la imagen digital tiene tres procesos internos que no permiten la fiel reproducción de color:

- La flexión tonal que modifica la respuesta del material sensible que comprime los tonos en las luces y en las sombras y separa los tonos medios.
- La representación de los tonos neutros con iguales valores RGB cuando en la realidad tiene mayor cantidad de verde y mínima de azul.
- La aplicación de una corrección gamma para el manejo de color.

Hay que añadir la interpretación de color que se da a partir de la captura en sólo tres colores y su posterior procesamiento. Rosso sugiere el uso de una cámara de cuando menos 11 bits por color para reproducir los colores de una obra de arte y un manejo o perfil de color independiente de los aparatos de captura o de salida, y crear un perfil para la cámara con una tarjeta de color como la ColorChecker.

Respecto a la iluminación, es muy importante conocer y controlar todas las fuentes que incidan sobre la escena y evitar en lo posible las luces parásitas. Es preferible el uso de un sistema con gran intensidad pero regulable, alto índice de reproducción cromática (IRC) y una temperatura de color similar a la luz blanca 5500 K, lo que permitiría que todos los colores brillen con intensidad similar y por lo tanto conseguir un registro fidedigno.

Las condiciones de iluminación en cada situación varían debido a múltiples factores: condiciones climatológicas, temperatura de color, distancias, potencia, presencia de luces parásitas, etc. Para obtener la medición exacta de la temperatura de color de las luces incidentes sobre la obra mural se requiere del uso de un espectrofotómetro (fig. 5.24), el valor que se obtenga en la medición debe ser colocado en el balance de blancos de la cámara con la opción en Kelvin, para que la compensación de la cámara sea adecuada a las características de la luz en ese momento y así obtener imágenes sin dominancia de color.



Figura 5.24 Medición de la temperatura de color de las luces de destello con espectrofotómetro, en el mural de La Batalla, Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Carlos Alberto García Escobar, 2010.

Tarjetas de color

Es importante tomar imágenes de control cuando cambien las condiciones de iluminación, con una tarjeta de color o de grises como la *Macbeth Passport* o la *Macbeth Classic*, a la misma distancia y parámetros con los que se tomaron las imágenes del mural, con el fin de tener una referencia de las cualidades de la luz en el momento de la toma.

Existen muchas marcas y modelos de tarjetas para fotografía, la tarjeta Colorchecker Passport de X-rite es adecuada por su calidad estándar, la selección de sus 24 muestras de colores impresas, su tarjeta gris 18%, durabilidad, práctico estuche y por la corrección de color de los archivos RAW a través de un programa de software, además de la posibilidad de realizar acciones en lote a través de Adobe Camara RAW. Este modelo en ocasiones puede resultar pequeño, idealmente debería abarcar por lo menos el 10% de la escena fotografiada, en dado caso, puede ser sustituida por el modelo Classic de la misma marca que es más grande y contiene los mismos parches de color que igualmente pueden ser usados por el programa mencionado.

Se aconseja realizar primero la toma del mural e inmediatamente después con el mismo encuadre y bajo los mismos parámetros otra toma con la tarjeta de color, debe abarcar cuando menos el 10% para que pueda ser leída por programas de cómputo y estar preferentemente al centro y de frente para evitar las aberraciones cromáticas, diferencias en la iluminación y reflejos (fig. 25). Cada vez que se cambien las condiciones de la toma se debe volver a capturar una imagen con la tarjeta de color. Posteriormente esta imagen puede ser leída por un programa de software para crear un perfil de corrección de color a partir de las 24 muestras mencionadas y aplicarlo a la o las imágenes tomadas bajo las mismas condiciones (fig. 5.26).

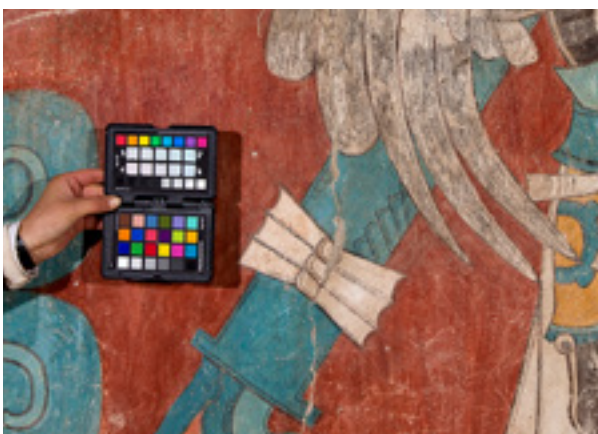


Figura 5.25 Toma de referencia de color con la tarjeta Passport ColorChecker del mural del Pórtico A, Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Ricardo Alvarado Tapia, 2010.



Figura 5.26 Programa de cómputo para la corrección de color de la tarjeta ColorChecker que identifica las variaciones en cada una de las muestras y crea un perfil de corrección para las imágenes.

Todas las tarjetas tienen un tiempo límite de uso (aproximadamente tres años), inevitablemente los colores se van degradando y dejan de servir como referencia. Para alargar su vida útil es importante no tocar nunca los colores con las manos, evitar en lo posible su exposición a la luz y guardarla en su estuche lejos del calor y de la humedad.

Uso de filtros

Los filtros de corrección de dominancia de color fueron muy utilizados en la fotografía analógica, ahora las cámaras digitales y algunos programas de cómputo pueden hacer la corrección, mejor aún si se trabaja sobre imágenes de formato RAW. Otros filtros como los *skylight* y los ultravioleta fueron diseñados para bloquear las emisiones UV, pero también se utilizan para proteger los objetivos del polvo y de los golpes ligeros.

Sólo se aconseja el uso de filtros totalmente transparentes (*clear*) de buena calidad, ya que los objetivos y sensores más recientes ya vienen con recubrimiento contra radiaciones ultravioleta e infrarrojas, (David D. [Nikon], Comunicación personal, 2008; Juances, 2010).

El uso de filtros polarizadores se justifica cuando se pretenden eliminar reflejos importantes provenientes de muchas áreas o de espacios amplios del mural, si el reflejo fuera en un lugar pequeño comparado con el total del área encuadrada, es más conveniente solucionar el problema mediante el movimiento del sistema de iluminación o con otra toma movida perpendicularmente al muro, en caso contrario se tendrían que utilizar los filtros en todo el registro para mantener la uniformidad en los resultados. Acerca de la utilidad de los filtros polarizadores aplicados a la fotografía de arte, Fernando Osorio escribe:

El uso adecuado de un filtro polarizador sobre una lente [filtro analizador] en conjunción con filtros polarizadores de fuentes de iluminación, orientados estos últimos en el mismo eje pero contrarios al eje del analizador de la lente, se llama arreglo de iluminación polarizada lineal cruzada. Este arreglo eliminará por completo todos los brillos que una superficie, como la de un óleo, produce al ser iluminada.

(Osorio, F. 2001).

Collins (1992, p. 66) señala que este tipo de arreglo modifica ligeramente el color de las imágenes hacia el azul debido a que permite el paso de ondas pequeñas como las azules o violetas a diferencia de las rojas o amarillas que son de mayor tamaño (Hunter, F. 1997, p. 140) y no puede ser completamente corregido con otros filtros (fig. 5.27).



Figura 5.27 Efecto del sistema de polarización cruzada en el que se utilizan filtros en el sistema de iluminación y en la cámara, lo que produce la eliminación de brillos, la saturación de los colores y la aparición de un matiz azulado. Agustín de Iturbide, Anónimo, Museo Nacional de Historia. Fotos: Teresa del Rocío González y Ricardo Alvarado Tapia, 2011.

Los filtros anticalóricos por lo regular no se utilizan en fotografía, son más usados en cine y aunque en teoría pueden evitar que el calor del sistema de iluminación como el tungsteno incida directamente sobre la obra, éste llegaría aún de manera importante en forma indirecta, además de que el excesivo calor puede reseca el ambiente.

Se recomienda que todos los filtros que sean de la más alta calidad, que no bloqueen el ángulo de visión del objetivo y no sobreponer varios de ellos ya que pueden causar reflejos que degradan la calidad de la imagen. Idealmente deben ser de la misma marca de los objetivos fotográficos, porque están hechos con los mismos materiales y bajo los mismos parámetros, por lo que el tratamiento de la luz es muy similar.

5.4.5 Imágenes en secuencia

Cuando se requiere fotografiar obras de gran tamaño en una sola imagen de calidad y por sus dimensiones, el espacio de trabajo o el equipo fotográfico no permite que salga en una sola captura ortogonal, es necesario realizar una serie de tomas bajo las mismas características de longitud focal, distancias, cobertura del campo, iluminación y parámetros de la cámara, para obtener una serie de imágenes similares y ensamblarlas digitalmente.

De este modo se pueden obtener fotografías con muy alta resolución, que dependerá del sensor, el tipo de lente y el número total de imágenes, lo que significa también mucho peso en megabytes y la necesidad de equipos de cómputo, además de gran capacidad en las tarjetas de memoria y velocidad para su procesamiento.

Para aprehender imágenes en secuencia, es conveniente el uso de un sistema que ayude a reducir el tiempo de registro y a hacer más precisa la distancia de traslape entre cada una de las imágenes con el fin de unir las más fácilmente. Se recomiendan dos sistemas, su elección dependerá principalmente del tamaño del mural y la distancia que exista para alejarse de él y fotografiarlo.

Cabecal robótico

Este aparato toma una serie de fotografías girando de manera programada en horizontal y vertical, con lo que se obtiene una serie de imágenes en filas e hileras que forman un mosaico el que posteriormente se une, para que la imagen resultante sea de buena calidad hay que seguir algunas recomendaciones básicas:

Antes de colocar la cámara en el cabezal se deben insertar las pilas con la suficiente carga, la memoria con la capacidad necesaria y ajustar los parámetros generales, para evitar en lo posible mover el sistema una vez que se ha colocado en su lugar, ya que está acoplada la cámara al cabezal y éste sobre un tripié, es conveniente ubicarla al centro horizontal y vertical de la obra, a una distancia suficiente para que la diferencia entre la cámara y el centro sea muy similar a la que existe con las orillas del mural, lo que ayudará a tener calidad, nitidez en todas las tomas y una menor deformación geométrica.

Dependiendo del detalle que se requiera y de la distancia hacia el mural, se aconseja el uso de un objetivo con focal larga tipo telefoto para tener encuadres más cerrados pero con un número mayor de fotos; con un objetivo de focal más corta se obtendrá menor detalle y menor número de imágenes. Se debe preferir que sean fijos por encima de los tipo zoom, por que son de mayor calidad y por que la distancia focal no se mueve durante la sesión de tomas.

Los cabezales tipo VR para la toma de imágenes panorámicas, están contruidos para que la cámara gire horizontal y verticalmente en el llamado punto nodal, también conocido como pupila de entrada del objetivo o punto de no paralelaje y se encuentra en el centro óptico del objetivo muy cerca de su parte frontal, es ahí donde coinciden las distintas ondas lumínicas, puede variar dependiendo de la construcción y distancia focal de cada equipo⁸⁸ (fig. 5.28).

⁸⁸ Los fabricantes regularmente no proporcionan esta información.

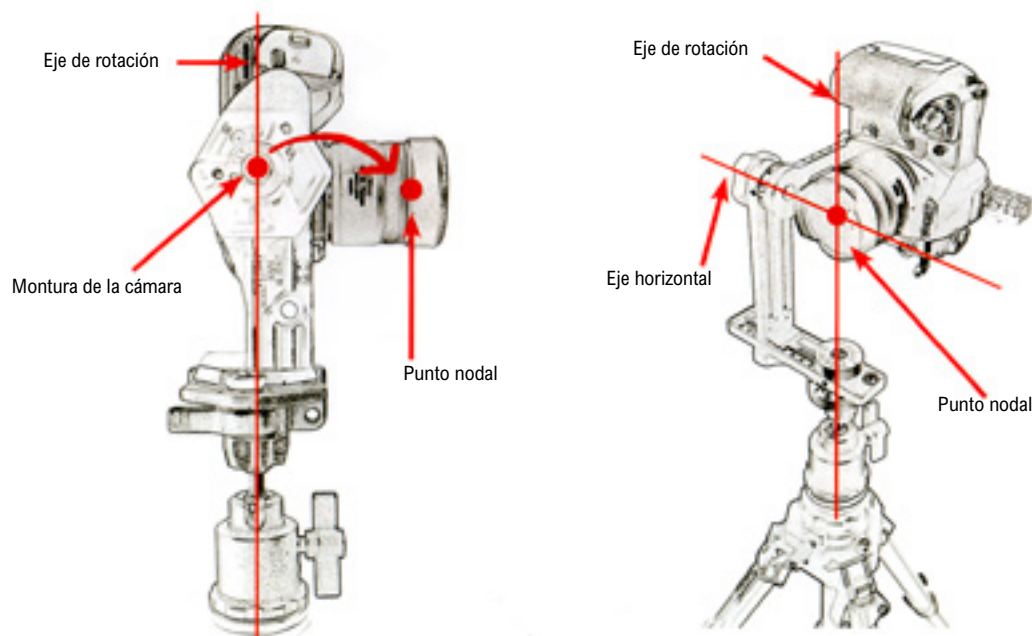


Figura 5.28 Cabezal VR. Del lado izquierdo cámara colocada sobre el eje del sensor de la cámara, en el punto de rotación incorrecto, del lado derecho sobre el punto nodal del lente para una rotación correcta. Ilustraciones: Harald Woeste, 2009.

Para encontrar el punto nodal, se coloca el centro horizontal y vertical del objetivo en el punto de giro y se mueve el equipo hacia adelante y hacia atrás buscando que algún objeto cercano no se desplace horizontalmente respecto a uno más lejano al momento de girar la cámara de izquierda a derecha o viceversa (fig. 5.29). La fotografía panorámica de objetos lejanos no precisa de ajustes finos en la colocación de la cámara aunque también se recomiendan, pero cuando se fotografía de cerca, su colocación sobre el punto nodal debe ser precisa. Ignorar esta recomendación puede provocar la aparición de fantasmas, pérdida de información, diferencia en las proporciones y problemas en la unión, lo que incide directamente en la calidad y veracidad de la imagen (Woeste, H. 2009, pp. 17-23).

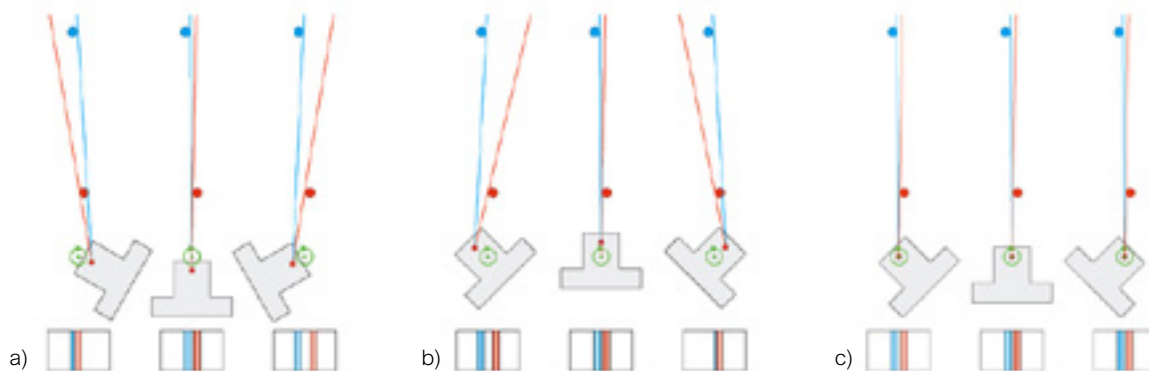


Figura 5.29 a) Rotar la cámara por delante del punto nodal disminuye o incrementa la distancia horizontal entre objetos lejanos. b) Rotar la cámara por detrás del punto nodal incrementa o disminuye la distancia horizontal entre objetos lejanos. c) Rotar la cámara en el punto nodal mantiene la distancia horizontal entre objetos lejanos. Ilustración: Ben Kreunen, 2000.



Figura 5.30 Aprehensión del mural sur de la Biblioteca Central de la UNAM con cámara DSLR sobre cabezal robótico Gigapan. Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2012.



Figura 5.31 Se observan las 441 fotografías tomadas del mural sur de la Biblioteca Central de la UNAM y la variación en las condiciones de iluminación. Fotos: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012.



Figura 5.32 Resultado final de la aprehensión del mural sur de la Biblioteca Central de la UNAM, se puede apreciar una variación de luz en vertical, en la parte central izquierda de la imagen. Foto: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012.

Cuando se toman fotografías en serie con cabezal robótico, no se recomienda el enfoque automático porque puede variar la amplitud del encuadre y alguna imagen tener diferente punto de enfoque, se sugiere encuadrar en alguno de los tercios del mural y fijar el enfoque con la suficiente profundidad de campo para que toda la obra salga nítida. De igual manera la exposición y el balance de blancos deben permanecer fijos en toda la serie puesto que las diferencias entre cada imagen pueden ser notorias.

El tiempo de captura del mural puede variar entre segundos y horas dependiendo del número de tomas, lo que hay que tener presente al elegir el sistema de iluminación. Si se utiliza luz natural, la cualidad y cantidad de la iluminación puede variar dependiendo de la hora del día y de las condiciones climatológicas, lo que puede ser visible en el resultado final (fig. 5.30, 5.31 y 5.32). Con luz de tungsteno se puede generar una gran cantidad de calor y el sistema



Figura 5.33 Fotografía hecha con lente angular del cubo de la escalera en el Ex Convento de San Nicolás Tolentino en Actopan, Hidalgo. Como se puede observar tomar los muros completos en una sola imagen de calidad es complicado. Foto: PPTIA / Ricardo Alvarado, 2011.



Figura 5.34 Apreensión fotográfica con cámara DSLR y cabezal robótico Gigapan de los murales del cubo de la escalera del Ex Convento de San Nicolás Tolentino en Actopan, Hidalgo. Foto: PPTIA / Patricia Peña, 2011.

de destello podría no suministrar la cantidad de descargas completas continuas en caso de ser demasiadas. Con la experiencia, el conocimiento del equipo y las condiciones del lugar se podrá encontrar la solución más adecuada de iluminación para cada situación.

El cabezal robótico debe situarse sobre un tripié firme, a una distancia donde el espacio entre la cámara y el centro del mural sea similar a la que hay con los extremos, así la calidad de la imagen armada será heterogénea, la deformación geométrica menor y con la profundidad de campo adecuada la obra saldrá enfocada. Con el equipo instalado y los parámetros de la cámara determinados, se procede a programar el cabezal dependiendo del espacio a fotografiar y la distancia focal del objetivo. Una vez iniciada la sesión de captura no se debe mover el equipo y hay que estar atento a que se realicen cada una de las tomas.

El cabezal robótico permite abarcar espacios y fotografiar lugares que de otra manera sería muy complicado, con la ventaja de que la imagen final puede ser de muy alta resolución y calidad (fig 5.33, 5.34 y 5.35).



Figura 5.35 En esta imagen se pueden apreciar los cuatro muros pintados del cubo de la escalera del Ex Convento de San Nicolás Tolentino en Actopan, Hidalgo. La fotografía esta compuesta por cuatro panoramas hechos con varias imágenes de sendos muros tomados con cámara DSLR sobre el cabezal robótico. En el archivo de alta resolución se puede apreciar un alto grado de detalle. Foto: PPTIA / Patricia Peña y Ricardo Alvarado, 2011.

Reproducción ortogonal

Cuando la distancia para alejarse del mural no permite aprehender la pintura en una sola imagen de calidad o con el uso de un cabezal robótico, se requiere de un sistema de desplazamiento ortogonal para deslizar la cámara a lo largo y alto de la obra y así obtener imágenes con características similares que puedan ser unidas con programas de cómputo.

A diferencia del procedimiento anterior donde todas las imágenes se obtienen desde un mismo punto de vista, en éste, la cámara se va moviendo para quedar al centro de cada toma, equidistante a las cuatro esquinas del área a fotografiar, pero del mismo modo las imágenes deben obtenerse bajo los mismos parámetros para formar una sola fotografía en donde no se noten las diferencias ni las uniones.

Como primer paso se tiene que revisar el terreno, el lugar para colocar los rieles y por donde pasará la cámara y en su caso el sistema de iluminación. Posteriormente se debe armar el sistema y establecer las medidas en las que se moverá la cámara para cada una de las tomas de acuerdo a la resolución de la cámara, el tipo de lente y el espacio disponible, contemplando entre un 25 o 30% de traslape entre cada imagen para obtener la suficiente información con la que se puedan empalmar a través de programas de cómputo, hay que tener presente que cuando se corrige la deformación geométrica de una imagen es probable que se haga un pequeño recorte en las orillas.

Después de acomodar el equipo y realizar las pruebas de iluminación y movimientos del equipo, se deben establecer las distancia del mural a la cámara, del mural a las luces y de las luces a la cámara para conservarlas durante los movimientos horizontales y verticales. Si el mural está inclinado hay que promediar los grados de inclinación de todo el mural y poner la cámara y luces en la misma inclinación en todas las tomas (fig. 5.36), colocarlas en las diferentes inclinaciones que pudiera tener la obra no solo complicaría mucho el proceso de aprehensión, sino que resultarían imágenes con distintas perspectivas lo que haría extremadamente difícil su unión. Se sugiere anotar cada una de las medidas y realizar un diagrama del acomodo para tener el registro del modo de captura y para rectificar las distancias ante cualquier duda.

Es importante que la cámara esté ortogonal al muro, cualquier desviación en alguno de los tres ejes de rotación “cabeceo” (*pitch*), “guiño” (*yaw*) o “alabeo” (*roll*) va a producir imágenes fugadas o inclinadas que además de dar información inadecuada, pueden entorpecer el proceso de ensamble. Se recomienda el uso de un cartón del tamaño del área a fotografiar con puntos equidistantes del centro a las esquinas, mismos que deben aparecer en sendos lugares del visor o pantalla de la cámara.



Figura 5.36 Sistema de desplazamiento ortogonal para la aprehensión fotográfica del mural de “La Batalla”, se puede observar la cámara montada junto con el sistema de iluminación sobre un tripié que se desliza sobre los rieles. Cacaxtla, Tlaxcala. Foto: LPMPM / Carlos Alberto García Escobar, 2010.

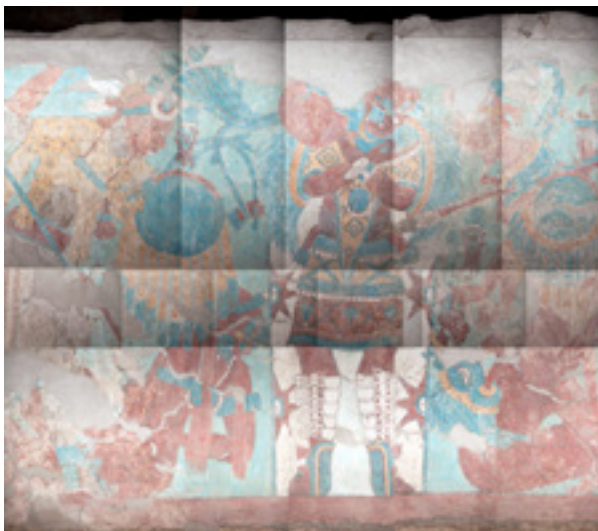


Figura 5.37 imágenes juntas sin editar obtenidas con el sistema de desplazamiento ortogonal de una sección del muro poniente del mural de “La Batalla”, Cacaxtla, Tlaxcala. Fotos: LPMPM / Ricardo Alvarado y Patricia Peña, 2010.



Figura 5.38 La misma sección del mural de “La Batalla” con las imágenes editadas en Photoshop CS6 y unidas con el programa Autopanogiga 2.6. Fotos: LPMPM / Ricardo Alvarado y Patricia Peña, 2010.



Figura 5.39. Mura poniente de “La Batalla”, Cacaxtla, Tlaxcala. Foto y edición: LPMPM / Patricia Peña y Ricardo Alvarado, 2010.

Las imágenes que se obtienen con este método necesitan de una mayor edición porque regularmente se utilizan lentes angulares para abarcar espacios amplios, mismos que deforman y producen un pronunciado viñeteo; la iluminación puede ser complicada por lo estrecho de los espacios y no hay precisión entre cada toma (fig. 5.37, 5.38 y 5.39).

El sistema de desplazamiento fabricado en el PLPMPEM es grande, difícil de transportar, de armar y de calibrar, se requiere de una camioneta para su traslado y de varias personas para armarlo, aunque está diseñado para no lastimar las superficies frágiles, es necesario especificar en la solicitud de permiso su uso y características, por otra parte si se va a utilizar varios días no siempre es posible dejarlo armado frente al muro. Se trata de un proceso complicado y menos preciso que el uso de un cabezal robótico, por tal motivo es más recomendable la solución anterior si es que existen las condiciones necesarias.

Unión de imágenes

Hay varias maneras y programas para unir imágenes digitales, en cualquier caso para lograr un buen ensamble se recomienda tener un espacio de traslape de cuando menos el 25% en cada lado, entre imagen e imagen. La forma más rudimentaria de unión es acoplar cada fotografía a través de herramientas de transformación y desvanecimiento en programas de edición de imágenes, las desventajas son la gran cantidad de tiempo que se tiene que invertir y la alta posibilidad de modificar las proporciones entre los elementos. La elección del modo en que se pueden hacer los ensambles de múltiples imágenes, sólo puede ser determinada a través de la experiencia y el conocimiento de las posibilidades que ofrecen los programas.

Existe software especializado para unir imágenes que corrige el viñeteo, la distorsión geométrica, en algunos casos la perspectiva y difumina las uniones. Estos programas se pueden dividir en dos: los que unen por cercanía basándose en la fecha de creación, la secuencia de nombres, o en las filas y columnas hechas por un cabezal robótico y que dan menor importancia a

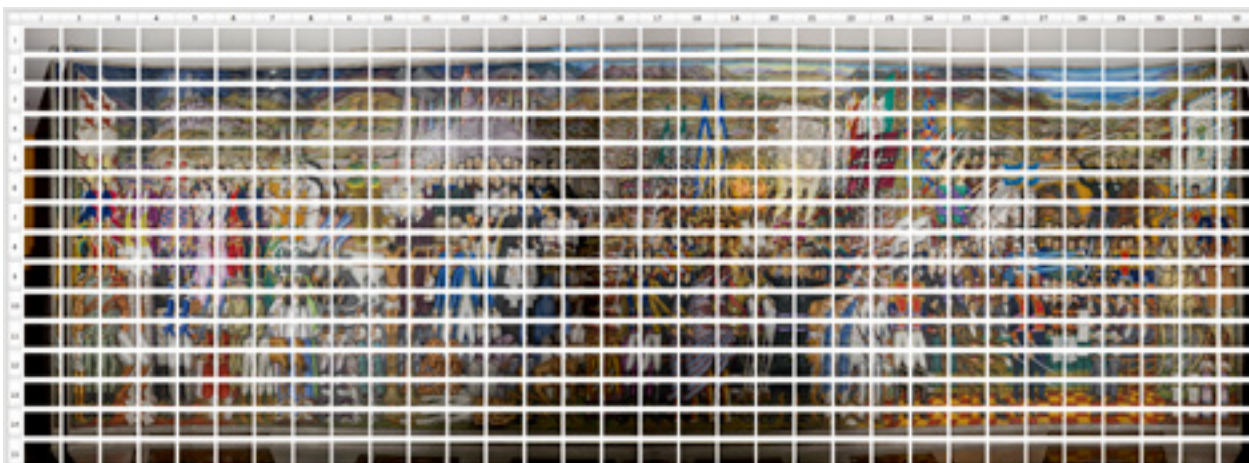


Figura 5.40 Fotografías del Retablo de la Independencia de Juan O’Gorman en el programa de unión de imágenes GigaPan Stitch V. 2.1. Fotos: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012.

los motivos que hay en cada imagen (fig. 5.40) y los que unen a través del reconocimiento de patrones y que encuentran puntos de coincidencia editables para hacer más precisa la unión (fig. 5.41). Ambas propuestas tienen pros y contras, por lo que se propone conocerlos y utilizar el que más convenga al tipo de escena y a la manera en que se tomó. Si no se utiliza un método adecuado para la unión, la imagen armada puede presentar “fantasmas” o áreas borrosas en el traslape, también pueden ocurrir deformaciones individuales o en las proporciones finales del panorama y en su perspectiva, demeritando la calidad total.

No todos los programas para unir permiten una eficiente edición de las imágenes, por lo que se recomienda trabajar los archivos RAW por separado y después unirlos, verificando que no se repitan las correcciones en los programas de edición y de unión.



Figura 5.41 Programa de unión de imágenes por similitud donde se muestran los puntos de coincidencia editables. Autopanogiga V. 2.6. Fotos: Teresa del Rocio González y Ricardo Alvarado Tapia, 2012.

5.4.6 El disparo

Al que se le ha llamado “momento decisivo” lo sigue siendo en cuestión de captar una imagen en un lapso determinado e irrepetible dentro de lo que llamamos historia. El formato RAW permite modificar las preferencias con las que se hizo la toma como: temperatura de color, matiz, contraste, saturación, exposición, tamaño y la resolución, como también se hacía con la fotografía analógica, pero no la esencia de la escena capturada.

Todas las decisiones en cuanto a la planeación, la selección y utilización del equipo, los parámetros elegidos y la colocación de los instrumentos, influyen de manera directa o indirecta en el momento del disparo y por lo tanto del resultado final. Cuando las pruebas se han hecho, siendo lo único que falta accionar el obturador para consumir la toma de registro, es conveniente hacerlo con tiempo de por lo menos cinco segundos después de oprimir el botón para que se estabilice la cámara y tres segundos antes del disparo nadie se debe mover en los alrededores del tripié para evitar posibles vibraciones. Es preferible accionar el obturador a distancia por medio de un control remoto o desde una computadora conectada a la cámara.

De ser posible, se recomienda revisar las imágenes en un monitor para verificar que todo está funcionando adecuadamente y que los resultados son los esperados.

5.4.7 Recomendaciones finales

Terminada la sesión del día es importante vaciar la información a un disco duro, dar una revisión general a las imágenes, cargar las pilas, preparar lo necesario para el día siguiente y apuntar lo que haya hecho falta de la bitácora o datos relacionados con las imágenes registradas. Si se encuentra en trabajo de campo, es conveniente dar una limpieza general al equipo por las noches y al terminar la temporada realizar una a profundidad y enviarlo periódicamente a lugares especializados para un aseo más profundo y así, prolongar la vida útil y el buen funcionamiento.

Si el registro se realiza por varios días, el equipo se debe guardar en un lugar seguro, una bodega, oficina o llevarlo consigo y nunca dejarlo en el automóvil, por seguridad y para evitar que se llene de humedad y se caliente de manera excesiva bajo los rayos del sol.

Al finalizar la temporada de trabajo, se aconseja dar una revisión final en el área de trabajo para verificar que no se haya quedado alguna herramienta, basura, marca o cinta pegada y dejar el lugar tal y cual se encontró en el momento del arribo; pedir al custodio o persona encargada que revise el espacio donde se trabajó y dar constancia de que la obra mural se entrega en las mismas condiciones en que se recibió para evitar que daños posteriores sean atribuidos al fotógrafo o a su equipo.

5.5 Edición de archivos

La aprehensión de imágenes de las obras murales patrimoniales debe ser similar al original desde el momento de la toma, sin embargo los archivos obtenidos en formato RAW necesitan ser abiertos para darles salida de impresión o para su visualización en pantalla, otorgándoles valor a las variables de temperatura de color, contraste, luminosidad, saturación, control de ruido, entre otras que permiten los programas de edición.

El formato RAW no permite sobrescribirse por lo que cada imagen que se obtenga de él será un derivado distinto del original, el trabajo que se haga a cada una de las fotos debe depender de su uso y del dispositivo al que será destinado y siempre guardar el archivo RAW original.

Cada programa trabaja en forma distinta y las versiones pueden cambiar la manera de interpretar la información por lo que es pertinente realizar pruebas y mantenerse actualizado. Se debe seleccionar el que tome en cuenta los parámetros bajo los cuales fueron obtenidas las imágenes, marca y modelo de la cámara y distancia focal para corregir las deformaciones y aberraciones ópticas y el viñeteo; el sistema de iluminación y su temperatura de color así como la referencia de color que ayudaran en la reproducción de todos los colores contenidos en la obra original.

En el momento de la edición se puede recuperar información y corregir algunos de los posibles defectos de la toma, pero también se corre el riesgo de malinterpretar la información por lo que se sugiere apegarse a las tarjetas de color. En la edición de un archivo RAW, entre otras acciones es posible:

- Corregir la respuesta de color.
- Aumentar la definición (sensación de enfoque, también llamada “acutancia”).
- Corregir las aberraciones ópticas, perspectiva, distorsión, viñeteo, aberración cromática.
- Modificar el contraste y la saturación.
- Reducir el ruido.
- Definir la profundidad de bits.
- Cambiar el perfil de color.
- Ajustar el tamaño.
- Rescatar detalle en las sombras y las zonas claras.

5.6 Calidad de imagen

La calidad de una imagen es la evaluación de sus atributos físicos dependiendo el uso que se le dará: como referencia visual, generación de reproducciones impresas o como “reemplazo” del original en términos del contenido de la información. Es producto de las características de la iluminación, el sensor de la cámara, el objetivo, el formato de archivo y los parámetros seleccionados.

La evaluación puede ser subjetiva como resultado de la valoración a juicio del observador, la que debe hacerse a través de un monitor calibrado y ambiente adecuado y objetiva, a través de las mediciones físicas de las propiedades de la imagen como las siguientes (García, E. y Osuna, R. 2005. Reilly, J. y Frey, F. 1996, pp. 15-22):

Resolución espacial. Son las medidas horizontales y verticales de una imagen expresadas en píxeles, su tamaño.

Profundidad de bits. Es la cantidad de bits utilizados para definir cada pixel. Cuanto mayor sea, mayor será la cantidad de tonos que puedan ser representados. La cámara DSLR en formato RAW por lo común graban entre 12 y 14 bits (fig. 5.42).



Figura 5.42 Imágenes con diferente profundidad de bits. a) Imagen bitonal (1 bit), b) Escala de grises (8 bits), c) Color (24 bits)
Fotos: Ricardo Alvarado Tapia, 2000.



Figura 5.43 Del lado izquierdo se observa una imagen con mayor rango dinámico o detalle que la del lado derecho. Detalle del mural del Templo de los caracoles emplumados, Teotihuacan, Estado de México. Fotos: Ricardo Alvarado / LPMPEM, 2007.

Rango dinámico. Es el registro de intensidades de luz entre la parte más clara y la más oscura de una imagen, es decir, al detalle. Cuanto mayor sea el rango dinámico se pueden potencialmente representar más matices. Se mide en pasos fotográficos (*f stops*), las mejores cámaras digitales podrían alcanzar los 9 pasos (fig. 5.43).

Definición. Es dada por la calidad del sensor y del lente en combinación con la profundidad de campo y el enfoque, y se refiere principalmente a la captura de los detalles y el nivel de contraste (García. E. 2005, p. 3-6) (fig. 5.44).

Escala. Es la diferencia relativa de tamaño o distancia entre los objetos de la imagen y los reales y sólo puede ser medible si se conocen las dimensiones del original.

Fidelidad de color. Es la reproducción de los colores lo más parecidos al original que el sistema de iluminación - cámara - monitor puede ofrecer. Es aconsejable apoyarse en tarjetas de color del tipo Passport ColorChecker y comparar en valores RGB.



Figura. 5.44 Contraste y resolución en diferentes niveles. Ilustración: Norman Koren.

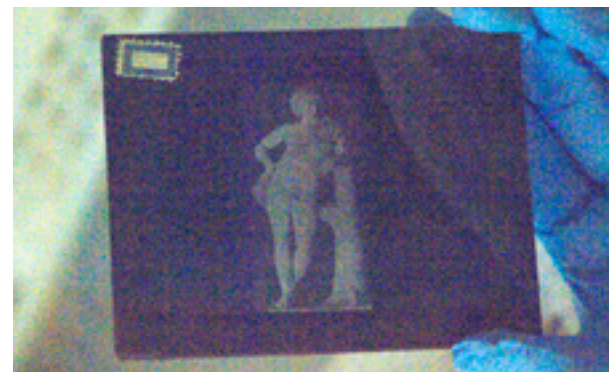


Figura 5.45 Fotografía con Tomada con ISO 6400, lo que provocó la aparición de ruido. Foto: Ricardo Alvarado, 2012.

Ruido. Son las variaciones de señales indeseables que se presentan en detrimento de la calidad de la imagen. En las cámaras digitales por ejemplo, la cantidad de ruido capturado en el sensor es equivalente a la raíz cuadrada de la cantidad de fotones registrados en cada celda, por lo tanto a mayor luminosidad menor ruido y a menor luminosidad mayor ruido (García, E. 2005, pp. 48-50) (fig. 5.45).

Documentación. Es la información asociada a cada imagen. Una imagen de alta calidad siempre debe estar documentada.

Formato. Es una especificación para guardar y abrir los datos digitales, se puede reconocer por la extensión al final del nombre del archivo (01.jpg, 01.tif, 01.nef).

5.7 Administración de archivos

La gestión o administración de archivos se refiere a las políticas, procedimientos y prácticas implementadas para la conservación, protección y recuperación de documentos en un entorno digital (Fundación Asmoz, 2012; Heredia, A. 2012, pp. 14-15). Con el fin de crear un estándar se ha creado la norma ISO 15489, pp. 2001 que dice:

Los documentos de archivo deben ser auténticos, confiables, completos, sin alteración, y deben permitir su uso y acceso. Asimismo, deben poseer metadatos que definan el contexto, contenido y estructura y deben reflejar con precisión la comunicación, acción o decisión para la que fueron creados.

Sobre el mismo aspecto, la Comisión de normas españolas de descripción archivística, menciona que la gestión documental es:

Conjunto de actividades/procesos técnicos aplicados a los documentos de archivo a lo largo de su existencia al objeto de mantener de manera continuada sus características esenciales (autenticidad, fiabilidad, integridad y disponibilidad) y constituir testimonio del contexto en que se originaron.

(Heredia, A. 2012, pp. 14-15)

La administración de los archivos digitales debe ser una responsabilidad institucional que sobrepase las administraciones temporales o a las personas, por lo que es necesaria una adecuada planeación y un consenso general que convierta en ley, norma o manual interno, la implementación de las políticas para la conservación y consulta por un periodo largo de tiempo. En caso contrario el riesgo de pérdida o deterioro de la información es alto.

5.7.1 Documentación

Los metadatos son datos estructurados que dan información sobre otros datos analógicos o digitales y describen varios atributos de los objetos de información y les otorga significado, contexto y organización, hacen posibles una serie de funciones clave: la identificación, manejo, acceso, uso, recuperación y preservación de los recursos digitales. Contienen información técnica y administrativa sobre la manera en que se hicieron las tomas, el equipo que se utilizó, el autor, la fecha en la que se tomó, la historia y la descripción de las imágenes, los datos referentes a la escena y los derechos de las obras, entre otros (fig. 5.46). Con fines prácticos, los tipos y funciones de los metadatos pueden clasificarse en tres amplias categorías: descriptivos, estructurales y administrativos, estas categorías no siempre tienen límites bien definidos y con frecuencia presentan un significativo nivel de superposición (Kenney, A. 2002, p. 56). Aunque puede ser un proceso costoso y ocupar mucho tiempo es necesario y agrega valor a las imágenes, una imagen de alta calidad siempre debe tener metadatos asociados (Puglia, S. 2004, pp. 5-13).

Para evitar trabajos infructuosos, se sugiere apegarse a alguna o algunas normas catalográficas como Dublin Core o IPTC Core, que han sido ampliamente trabajadas y actualizadas además son interoperables. Un sólo estándar de metadatos puede no ser suficiente para un proyecto o conjunto de imágenes, diferentes formatos requieren distinta información o profundidad en la descripción.

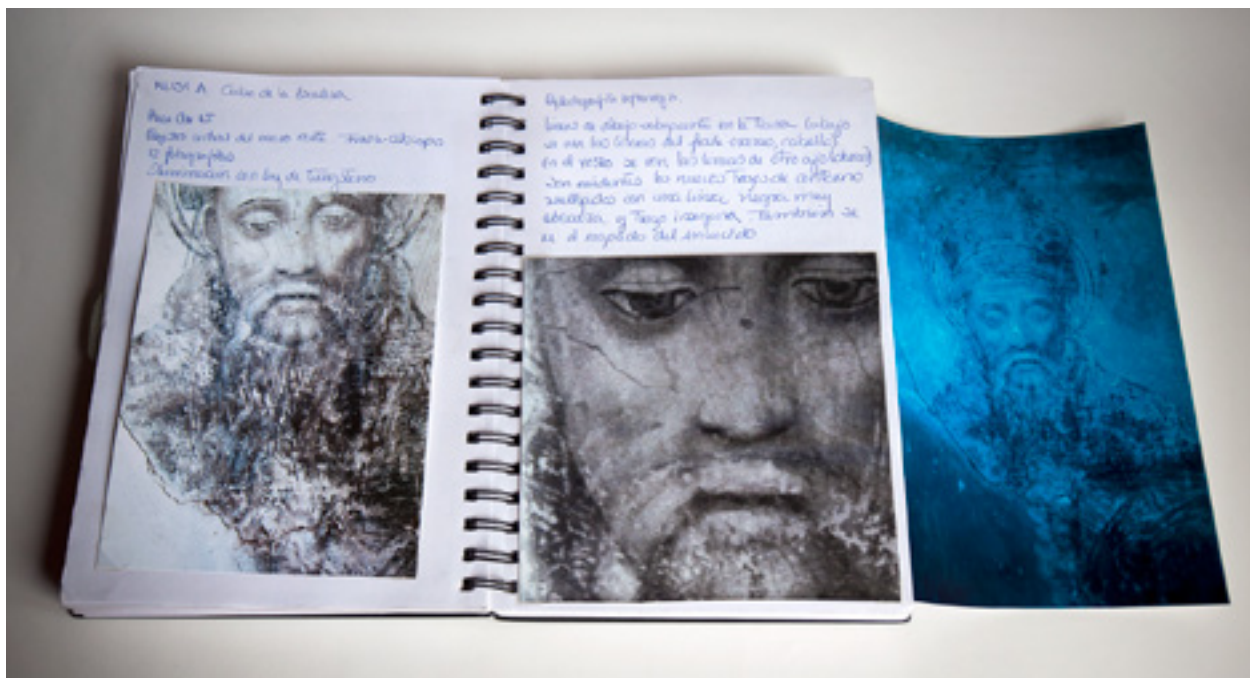


Figura 5.46 Documentación del registro fotográfico con luz visible, reflectografía infraroja y luz ultravioleta de la pintura del Fraila-Obispo pintado en el cubo de la escalera del ex Convento de Atotonilco el Grande en Hidalgo. Bitácora de trabajo de Eumelia Hernández, (2011). Foto: Ricardo Alvarado Tapia, 2013.

El primer paso es definir los campos de la norma elegida que siempre se van a llenar y con base a ellos, crear una bitácora con datos mínimos como nombre del lugar, título de la obra, autor, año de creación, participantes, fecha, motivo de la toma, para llenar en el trabajo de campo. Estos datos se incluirán en las imágenes digitales con programas de cómputo como Photoshop, Bridge, Lightroom o Iview o en una base de datos independiente preferentemente en el formato estándar XML.

Como parte del proceso de digitalización de la colección de imágenes analógicas de pintura mural prehispánica y con la posterior integración de fotografías tomadas directamente con cámaras digitales, desde 1996 se ha venido trabajando el tema de la documentación en el proyecto LPM-PEM, IIEs, UNAM. En los últimos años se decidió adoptar el estándar IPTC de metadatos para fotografías en su versión 1.1 de IPTC Core y 1.1 del IPTC Extensión (International Press Telecommunications Council, 2010), debido a que se adaptaba a las necesidades de documentación recuperación de la información y por la posibilidad de integrarla por lotes a través de plantillas lo que facilita la incorporación de datos (fig. 5.47). El documento de especificaciones del estándar se ha venido trabajando por Teresa del Rocio González, María de Jesús Chávez, Patricia Peña y Ricardo Alvarado con la colaboración de Eumelia Hernández y Pedro Ángeles, quienes lo han revisado, traducido, interpretado y adaptado a las necesidades de dicho proyecto tratando de apegarse a la norma IPTC, y con la intención de que pueda ser utilizado para la documentación de fotografías de diferentes tipos de obras artísticas en el Instituto de Investigaciones Estéticas

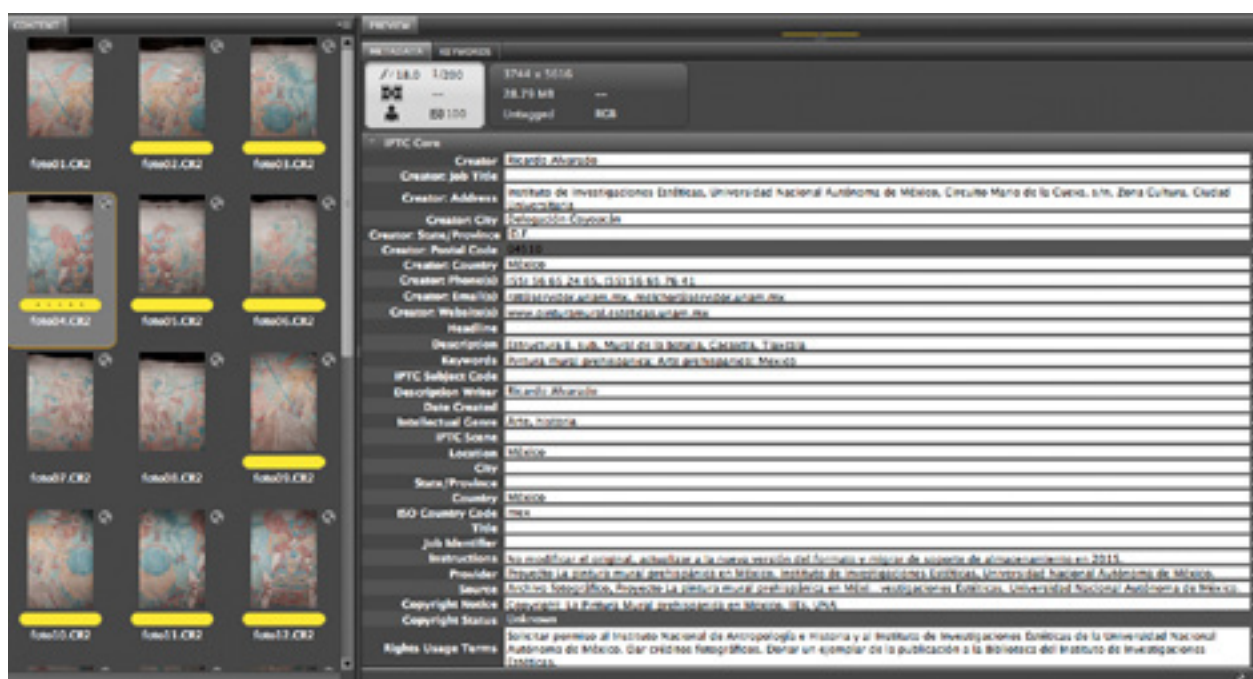


Figura 5.47 Metadatos IPTC Core en Adobe Bridge 6, de imágenes del mural de “La Batalla”, Cacaxtla, Tlaxcala. Fuente: LPMPEM, 2012.

de la UNAM. En la parte técnica se ha contado con el apoyo de Tania Ixchel Pérez y en lo referente a los derechos con Lourdes Padilla. Se anexa al final de esta investigación el borrador de la primera versión como una guía para la integración de metadatos con el estándar IPTC Core para imágenes fotográficas de murales.

5.7.2 Preservación digital

El objetivo de la preservación de los archivos digitales es mantener la capacidad de visualizar, recuperar y utilizar colecciones a través del tiempo, frente a las infraestructuras, elementos tecnológicos y de organización, se debe (Kenney, A. 2002, p. 113):

- Mantener la fiabilidad física de los archivos de imagen, los metadatos complementarios, textos y programas (por ejemplo: asegurarse de que el medio de almacenamiento es confiable, con copias de seguridad -back ups-, mantener la infraestructura de hardware y software necesaria para almacenar y proporcionar acceso a la colección;
- Asegurar el uso de la colección de imágenes digitales en forma continua (por ejemplo: mantener una interfase de usuario actualizada, permitir a los usuarios recuperar y manipular información para poder satisfacer sus necesidades de información);
- Mantener la seguridad de la colección (por ejemplo: implementar estrategias para controlar la alteración no autorizada de la colección, desarrollar y mantener un programa de gestión de derechos para servicios con cargo).

Se aconseja guardar y respaldar los archivos en un arreglo de discos duros RAID⁸⁹ en espejo, en el que si uno de los discos se daña, se pueda reconstruir tomando información del otro. La misma información debe grabarse en otro disco duro o en un sistema de cintas de formato estándar abierto (LTO) en un lugar distinto y lejano a donde se encuentre el arreglo de discos RAID, con el fin de poder obtener una copia en caso de algún desastre. No se deben usar los discos compactos o DVD's o algún medio parecido para guardar imágenes del patrimonio debido a su alto grado de inestabilidad.

Una vez que se ha documentado y respaldado la información, es responsabilidad de la institución o persona que resguarda los archivos actualizar el formato y el medio de almacenamiento en un plazo no mayor a cinco años, periodo de tiempo recomendable para revisar el estado de los archivos y evitar la obsolescencia de los equipos.

⁸⁹ Redundant Array of independent Disks (Conjunto redundante de discos independientes). Es un conjunto de dos o más discos que funcionan como uno solo, entre los que se distribuyen o copian los datos dependiendo de su configuración (Campbell, A. 2000).

Sumario

La intención de proponer el presente protocolo para la aprehensión fotográfica de murales patrimoniales, es la de obtener imágenes de calidad lo más parecidas al original que la tecnología fotográfica pueda ofrecer, que sirvan de registro, para la investigación, el estudio y la difusión. Por ello se han sugerido una serie de pasos a manera de guía, muchos de ellos técnicos y algunos administrativos, que no necesariamente tienen que ser sucesivos.

El éxito y buen desarrollo de un proyecto de registro fotográfico dependerá en gran medida de las actividades de planeación, lo que ayudará a realizar el trabajo en tiempo y forma, para beneficio del equipo de fotografía, las instituciones participantes y la obra patrimonial. En esta etapa se deben establecer los objetivos, obtener los permisos, conocer el lugar, programar las actividades y repartir las tareas, así como informar las recomendaciones y precauciones necesarias.

Se deben tener siempre presentes las indicaciones sobre los cuidados personales, del equipo y del bien patrimonial para evitar daños o percances y tratar de minimizar el deterioro que el procedimiento de captura fotográfica pueda causar a la obra mural o al contexto en el que se encuentra.

Las labores fotográficas suelen ser pesadas por lo que es conveniente el apoyo de una o dos personas que ayuden al fotógrafo principal, para el traslado, montaje, acomodo y desmontaje del equipo y en labores varias, para que el fotógrafo dedique sus esfuerzos a crear una buena copia. El profesional de la fotografía debe contar con equipo de la mayor calidad posible, que se adecue a diferentes situaciones o requerimientos, las situaciones de registro pueden ser muy diferentes, pero a través de la experiencia y el conocimiento, se debe encontrar la mejor combinación de herramientas y decisiones para el cumplimiento de los propósitos. Se debe saber controlar la iluminación, manejar la cámara fotográfica, entender los objetivos y conocer los accesorios que ayuden a un adecuado registro de imagen y tener experiencia en este tipo de tareas.

Para la aprehensión de murales o de cualquier obra patrimonial, es recomendable que las imágenes que se obtengan sean “archivos maestros” que sirvan para la creación de diferentes derivados de calidad, por lo que deben tener ciertas características, muchas de las cuales se pueden adquirir al momento de la toma bajo determinados parámetros de captura: espacio de color Adobe RGB 1998, formato RAW, resolución espacial grande, sin ajustes de saturación o contraste o enfoque por software, enfocadas y con una adecuada selección de balance de blancos, es muy importante que las imágenes tengan buena calidad la que se puede lograr con una adecuada combinación de ISO bajo, velocidades entre 1/125 y 1/250 de segundo y con el diafragma tres o cuatro pasos por encima de la apertura máxima, de este modo se obtienen imágenes de buena resolución y con la profundidad de campo necesaria para la toma de murales.

Las luces de destello poseen las mejores características para la reproducción de obras patrimoniales, se recomienda utilizarlas en un ángulo entre 45 y 75 grados respecto a la perpendicular de la cámara y de preferencia con cajas de luz ya que ayudan a homogeneizar la intensidad del haz de luz que incide en el mural.

Además del uso de un sistema de iluminación con temperatura de color cercana a los 5500 K, es aconsejable tomar una fotografía con una tarjeta de color en las mismas condiciones de iluminación con las que se tomó la obra, con el fin de tener una referencia de las cualidades de la luz al momento del disparo y con esta información, poder realizar si fuera necesario las correcciones de dominancia o ajustes de color.

Cuando no sea posible por las condiciones del espacio, el tamaño de la obra o por las características del equipo aprehender en una sola toma el mural completo, se recomienda el uso de un cabezal robótico si es que la distancia desde el mural a la posición de la cámara es la suficiente para evitar la distorsión y falta de calidad en los extremos, en caso contrario es preferible un sistema de desplazamiento ortogonal para realizar secuencias de imágenes que se puedan unir a través de programas de cómputo en una sola fotografía de gran calidad y resolución.

Una vez obtenidas las imágenes es muy importante documentarlas, la integración de metadatos no debe ser una opción, es una tarea obligada en la gestión de imágenes, asegura su disponibilidad, ayuda a entender los objetos y es un documento de buenas prácticas para el adecuado uso de la imagen. Igualmente importante es la implementación de medidas para la conservación de los archivos a largo plazo, a través del respaldo de información, el cambio de soporte y de formato y la verificación de su buen estado, como una política que se debe realizar independientemente de las personas, de otra manera los esfuerzos de registro se perderían inevitablemente por la obsolescencia de los medios de almacenamiento o de los formatos de imagen entre otras causas.

CONCLUSIONES FINALES

La noción que tenemos sobre patrimonio es relativamente nueva, pero la idea general ha sido común en la historia de la humanidad: un legado que se hereda de los antepasados y hacia la descendencia. En las sociedades modernas los criterios específicos sobre lo que si o no es patrimonio y en qué grado, son definidos por grupos de poder y principalmente por los estados en base al momento histórico y a su proyecto social y de nación.

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (1972) determina que el patrimonio cultural, entre otros elementos, esta formado por:

Los monumentos, obras arquitectónicas, de escultura o de pintura monumentales, elementos o estructuras de carácter arqueológico, inscripciones, cavernas y grupos de elementos, que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia.

El estado mexicano en su Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas (DOF, 1972) hace mención de los monumentos arqueológicos muebles e inmuebles, producto de culturas anteriores al establecimiento de la hispánica en el territorio nacional y los monumentos artísticos bienes muebles e inmuebles que revistan valor estético relevante, indicando en específico que la obra mural de valor estético relevante será conservada y restaurada por el Estado.

Llama la atención que ambos planteamientos mencionen a la pintura mural o monumental, cuando no se hace referencia a otras artes en específico excepto la escultura y de manera general a la arquitectura. En las leyes mexicanas es comprensible porque además de la abundancia de las obras y de la importancia de los lugares donde se encuentran, es una de las artes con mayor repercusión e importancia nacional e internacional.

El arte mural mexicano en sus distintas etapas forma parte del patrimonio artístico nacional, cuya importancia va más allá de su antigüedad, ayuda a conocer la historia del país a través de sus imágenes, es motivo de orgullo nacional que cumplen la función de identificar a los individuos con un pasado y con una nación, además, es una inagotable fuente de conocimiento, a través de él, podemos acercarnos a las sociedades que lo produjeron y conocer sus valores, creencias, modos de pensar, costumbres, avances tecnológicos y tratar de entender a aquel hombre en el que nos vemos o deseamos vernos reflejados, a su legado al que asumimos como parte de nuestro pasado.

En el contexto de la globalización⁹⁰, la mundialización⁹¹ y el neoliberalismo⁹², se corre el riesgo de estandarizar, unificar y desaparecer las costumbres, tradiciones y obras patrimoniales de las diferentes culturas. El cuidado, la protección, el respeto y la valoración del patrimonio cultural, sólo se logrará conociéndolo y entendiendo lo importante que es para cada uno de nosotros como individuos y para todos como sociedad.

Por lo anterior, organismos internacionales, el gobierno en sus diferentes niveles, organizaciones no gubernamentales e instituciones académicas, recomiendan y procuran desde sus áreas de competencia, llevar a cabo el inventario y registro de las obras murales de carácter patrimonial, con base en los tratados internacionales, la legislación vigente, los intereses sociales y de investigación. En este sentido, el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes a través del Instituto Nacional de Antropología e Historia y el Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura, tienen la función de registrar, restaurar, catalogar, conservar y proteger los bienes muebles, inmuebles y otros elementos que constituyen el patrimonio cultural mexicano de las distintas etapas de la historia.

Por otra parte, la Universidad Nacional Autónoma de México a través de los Institutos de Investigación o Facultades y, en convenio con las instancias correspondientes, ha realizado importantes proyectos para el registro, clasificación y estudio de las obras murales, cabe destacar: “El pincel del tlacuilo en el imaginario agustino: banco de imágenes de pintura mural de conjuntos conventuales agustinos en el estado de Hidalgo”; “El muralismo, producto de la revolución mexicana, en América” y el de “La pintura mural prehispánica en México”, de donde emanan muchos de los preceptos y experiencias vertidas en esta investigación, fueron espacios para la experimentación y la comprobación de los procedimientos sugeridos. Las imágenes fotográfi-

90 La Real Academia de la Lengua Española (2010) define globalización como “la tendencia de los mercados y las empresas a extenderse alcanzando una dimensión mundial que sobrepasa las fronteras nacionales”, siendo principalmente de orden económico.

91 La mundialización es un término que en ocasiones se confunde con globalización, que abarca además del aspecto económico el cultural al tratar de estandarizar las costumbres, ideas, formas de pensar y de actuar de los diferentes pueblos.

92 La Real Academia de la Lengua Española (2010) define el neoliberalismo como “la teoría política que tiende a reducir al mínimo la intervención del estado”. Básicamente significa nuevos liberales y nace de la necesidad de diferenciar entre los liberales clásicos de los surgidos tras la segunda guerra mundial cuando la confrontación en el nuevo mundo bipolar, lleva a algunos liberales a extremar su ideología como contraposición al comunismo soviético. El neoliberalismo antepone los intereses del capital al de las personas.

cas producto de estas investigaciones forman colecciones y han sido empleadas en varias publicaciones, utilizadas en la investigación, la docencia y se espera que próximamente puedan ser consultadas vía internet.

La “copia” de imágenes artísticas se lleva acabo desde hace muchos años, por medio de otras artes como el grabado, la xilografía y el dibujo. La fotografía es de relativamente reciente aparición (en México, 173 años aproximadamente), pero desde sus inicios desplazó a los otros medios de representación por su mayor fidelidad en la reproducción. El registro fotográfico de murales se ha llevado a cabo desde hace muchos años de manera analógica con diversas técnicas de aprehensión, siendo los soportes argénticos los más utilizados. Fotógrafos profesionales, investigadores y aficionados han realizado esta labor, por lo que no todas las imágenes de registro y para la investigación son de buena calidad, de cualquier modo son importantes y ofrecen información sobre el punto de vista e interés del autor, el estado de la obra en el momento determinado y probablemente mayor información iconográfica de lo que ahora se puede encontrar y en algunos casos, son el único testigo de obras que ya no existen. Para el análisis de la imagen se deben tomar en cuenta el momento tecnológico, las restricciones técnicas del aparato que las produjo y la pericia e intención del fotógrafo.

Una de las virtudes de la fotografía se demuestra al presentarnos infinidad de momentos ocurridos durante poco más de siglo y medio, los que dan fe y documentan lugares, obras o sucesos, a diferencia de otro tiempo en el que no existía y del que sólo nos quedan las obras originales, los relatos y algunas reproducciones pictóricas.

En el segundo capítulo se explica el cambio en el modelo fotográfico, por al uso de cámaras digitales con sensores electrónicos, lo que trajo como consecuencia: nuevas herramientas y especialidades, la redefinición de tareas y de conceptos como el de “fotografía”. Ante esta realidad y percibiendo un gran desconocimiento del nuevo modelo tecnológico y por consecuencia cierta inestabilidad teórica, en el primer capítulo de esta investigación, se analizaron diferentes puntos de vista y definiciones con el propósito de entender a la fotografía desde una visión general y hacia lo particular, a través de su historia, sus usos y funciones sociales y los elementos que, a decir de la mayoría de las definiciones encontradas, intervienen en su creación: una cámara oscura, un sistema de enfoque que organiza las ondas lumínicas y un espacio de captura sensible a la luz, y no ceñirse estrictamente a la parte química del proceso. Los usos y funciones actuales se muestran como producto de una constante e ininterrumpida evolución tecnológica, por lo que se propone ampliar el concepto de “fotografía” desde la parte de la creación, al definirla como: el registro, grabación, impresión o transferencia de imágenes de objetos que reflejan o emiten luz, por medio de una cámara que organiza las ondas lumínicas incidentes hacia una superficie fotosensible.

El principio fotográfico de la cámara oscura es el mismo, así como las generalidades en cuanto a velocidad, diafragma, sensibilidad, distancias focales, pero ahora existen nuevas opciones y métodos para la obtención de imágenes con mayor calidad que las analógicas, por ejemplo: el balance de blancos, la resolución espacial, el formato de archivo digital y el espacio de color. El desconocimiento del funcionamiento de los aparatos y de las cualidades de la imagen digital, puede derivar en un mal uso o en un desaprovechamiento de las herramientas y por lo tanto, en no conseguir los resultados esperados o las mejores imágenes posibles.

Con la incertidumbre manifiesta y la incredulidad justificada ante los supuestos mayores beneficios que un nuevo modelo ofrece sobre uno anterior, se buscaron generalidades de los equipos analógicos y digitales para conocer sus virtudes, carencias y capacidades, y así determinar el más adecuado para la aprehensión de imágenes de murales patrimoniales, tema del tercer capítulo.

La tecnología analógica se encontraba en estadio de estabilidad con calidad y formatos estándar en películas y papeles, lo digital al ser relativamente nuevo, está en un acelerado proceso de evolución con cambios constantes a favor de una mayor calidad, rapidez y resolución.

Lo fotografía analógica, en principio se pensaba que era muy cara por el gasto en películas, papeles y químicos, razón por la que la digital parecía tener menor costo, lo cierto es que los gastos aumentan al cambiar los equipos constantemente y con la compra de computadoras, impresoras y programas. Respecto a la conservación de los materiales, las películas pueden durar en buen estado por varias décadas, las imágenes digitales es posible conservarlas por un periodo largo de tiempo, sólo si existe una administración adecuada, de otra manera el riesgo de pérdida es muy alto. La analógica ha sido superada en calidad por la digital que alcanza un nivel más alto de nitidez y calidad general y en control de la toma, además ya no responde a las necesidades que demanda la sociedad actual en cuanto a la reproducción, impresión y edición de imágenes, ni a la administración de archivos y al acceso en la manera que lo permite la tecnología digital.

Con el fin de conocer las propiedades de los equipos fotográficos digitales y de iluminación necesarias para obtener imágenes de alta calidad, en el cuarto capítulo se muestran los resultados sus características técnicas, las cualidades de los elementos que los componen y sus efectos sobre la captura de la imagen.

En el caso de las cámaras, se analizaron los cuatro diferentes tipos de sensores: de barrido, CCD, CMOS y Foveon, siendo este último el que por su construcción a base de capas, parece registrar de mejor manera los colores y tener mayor nitidez, pero las grandes compañías como Canon y Nikon han optado por el CMOS en sus equipos profesionales, alcanzando un alto grado

de calidad en cuanto a la captura de los detalles, gracias a la reducción de los elementos captadores en los sensores y a la mejora en la conversión de la intensidad lumínica a información digital.

Los objetivos digitales se vieron obligados a incrementar su resolución para equipararse con la de los sensores y no reducir la de éstos, por lo que los objetivos actuales son mejores en calidad y construcción respecto a sus predecesores. Todos los objetivos tienen defectos y ninguno produce una imagen perfecta, existen diferencias importantes en la calidad por lo que se recomienda que sean contruidos con los mejores materiales y diseño, corregidos contra aberraciones cromáticas y distorsiones ópticas y de focal fija y normal.

Por los resultados obtenidos en esta búsqueda y con la información obtenida se puede concluir que la fotografía digital es la mejor opción para la aprehensión de imágenes de obras murales patrimoniales, aunque tiene importantes carencias de carácter técnico al capturar muy poca información lumínica con un alto nivel de ruido, aunado a su naturaleza bidimensional intrínseca de la fotografía.

Por otra parte, la experiencia hacia suponer la influencia de las calidades y cualidades de los sistemas de iluminación en la reproducción de obras de arte. Y si acaso la hipótesis era cierta, se debía conocer hasta que punto y cual reunía las mayores cualidades para dicha labor. Al no encontrar información suficiente, se diseñó y efectuó un experimento con el fin de conocer las características de los tres tipos de iluminación más usados en fotografía: tungsteno, fluorescente y de destello, y compararlos para determinar la más adecuada para reproducción de obras artísticas. Los resultados arrojaron importantes diferencias en cuanto a temperatura de color correlativa, intensidad, índice de reproducción cromática, curva de distribución en el espectro electromagnético e iluminante relacionado entre los diferentes tipos de luz. Se puede afirmar que la luz de destello es la más recomendable, por su baja emisión en rayos ultravioleta e infrarrojos y que al no ser constante daña en menor grado las obras; por su temperatura de color cercana a la luz blanca; por su mayor índice de reproducción cromática, gran intensidad y una distribución más equilibrada en el espectro electromagnético de luz visible que además abarca la respuesta del ojo humano, lo que permite iluminar y reflejar una amplia gama de colores de manera similar; es de intensidad controlable y se le puede colocar una gran cantidad de accesorios para modificarla.

La adquisición del equipo debe basarse en servir para el cumplimiento de un objetivo específico y con base en ello, determinar las características necesarias de calidad, resoluciones respecto a su utilidad y con esta información será posible hacer la comparación con otras herramientas similares. En esta etapa de cambio es necesario dedicar tiempo al reconocimiento y experimentación para responder a las interrogantes y generar respuestas en beneficio de la práctica fotográfica.

Para abarcar los distintos aspectos que intervienen en la aprehensión fotográfica de obras murales patrimoniales y como producto de esta investigación, en el quinto capítulo, se conjuntaron una serie de consejos de colegas, la información de las fuentes bibliográficas y en internet y con la experiencia propia, para presentar de manera sistematizada una serie de recomendaciones a manera de procedimiento que permiten lograr reproducciones digitales de alta calidad que sirvan para distintos objetivos, con énfasis en el registro y la investigación.

Procedimiento de aprehensión

1. Planeación. A partir de una visita previa y documentada sobre el objeto a fotografiar y su contexto, se debe crear un plan de trabajo para establecer objetivos concretos y realizables, determinar las actividades y metas, hacer la calendarización, estipular el presupuesto, prever los posibles inconvenientes y planear el trabajo de campo.

2. Trámites administrativos. Las obras patrimoniales por lo regular están en custodia de alguna Institución pública o privada por lo que es necesario solicitar un permiso con anticipación especificando los términos del trabajo y aceptando las condiciones que se establezcan.

También es importante que el personal que intervenga en el trabajo viaje asegurado al igual que el equipo fotográfico.

3. Recursos humanos. El fotógrafo principal debe tener amplios conocimientos sobre su equipo y experiencia en la fotografía de arte. Se debe seleccionar al personal de apoyo de acuerdo a sus aptitudes, se les asignaran tareas y responsabilidades específicas y deberán conocer las recomendaciones, precauciones e instrucciones necesarias para la realización el trabajo.

4. Elección del equipo fotográfico y de iluminación. De acuerdo con los objetivos, la obra y a su contexto se debe elegir el equipo fotográfico y de iluminación que permita obtener imágenes de alta calidad lo más parecidas al original: cámaras, objetivos, filtros, cabezales, tripiés, sistema de iluminación, accesorios y todo aquello que se considere útil para esta labor, incluyendo un cabezal robótico o un sistema de paralelaje en caso de ser necesario.

5. Procedimiento de registro. Dependiendo de los objetivos, la planeación, los acuerdos administrativos, el contexto y el equipo se debe llevar a cabo el procedimiento para obtener los resultados deseados. Es importante tomar las decisiones más adecuadas respecto a las funciones de la cámara y su objetivo, en especial: el enfoque, el balance de color, formato de ima-

gen, resolución espacial, espacio de color, apertura del diafragma, velocidad de obturación y valor ISO. En el sistema de iluminación se aconseja iluminar en forma homogénea evitando los reflejos hacia la cámara, y fijarse en la colocación de los instrumentos en función de lograr la mayor calidad de imagen.

6. Aprehensión de imágenes en secuencia. Cuando no es posible aprehender en una sola fotografía de calidad la totalidad de un mural, se sugiere realizar una serie de tomas en secuencia bajo los mismos parámetros con el fin de unirlos en computadora y obtener una sola imagen.

7. Apertura de archivos. Las imágenes capturadas en formato RAW, necesitan pasar por un programa de edición que permite modificar sus características para sacar el mejor provecho de cada toma.

8. Revisión de la calidad de imagen. Con el presente procedimiento para la aprehensión de imágenes, se deben obtener imágenes de alta calidad, sin embargo es posible encontrar errores, los que pueden ser corregidos o localizados mediante la revisión general de las propiedades físicas de las imágenes.

9. Administración de archivos. Las políticas, procedimientos y prácticas para la conservación, protección y recuperación de documentos en un entorno digital.

10. Documentación. Los archivos digitales deben estar siempre documentados por lo menos con los datos mínimos sobre el creador, la descripción de las imágenes, los datos referentes a la escena y los derechos de las obras.

11. Preservación digital. Mantener la capacidad de visualizar, recuperar y utilizar colecciones a través del tiempo frente a las infraestructuras, elementos tecnológicos y de organización.

Las imágenes que se obtengan con el procedimiento mencionado, al tener las características de nitidez, resolución espacial, ortogonalidad, bajo nivel de ruido, semejanza en los colores y en las proporciones, pueden servir en el inventario y registro al ser una copia representativa de las características del original; como sustituto del original para bajo determinadas condiciones o propósitos; para la investigación en estudios sobre iconografía, composición, comparación, forma, factura o lectura de texto; en la conservación y restauración al documentar el estado de la obra en un momento determinado y el avance de los deterioros; también puede formar parte de colección homogénea de obras del mismo tipo que sean estudiadas bajo condiciones similares y ser comparadas; y en la difusión del patrimonio. Serán útiles en muy diversas áreas del conocimiento como: la historia del arte, la historia, arquitectura, diseño, arte, técnicas y materiales, arqueología, antropología, biología, astronomía, por mencionar algunas.

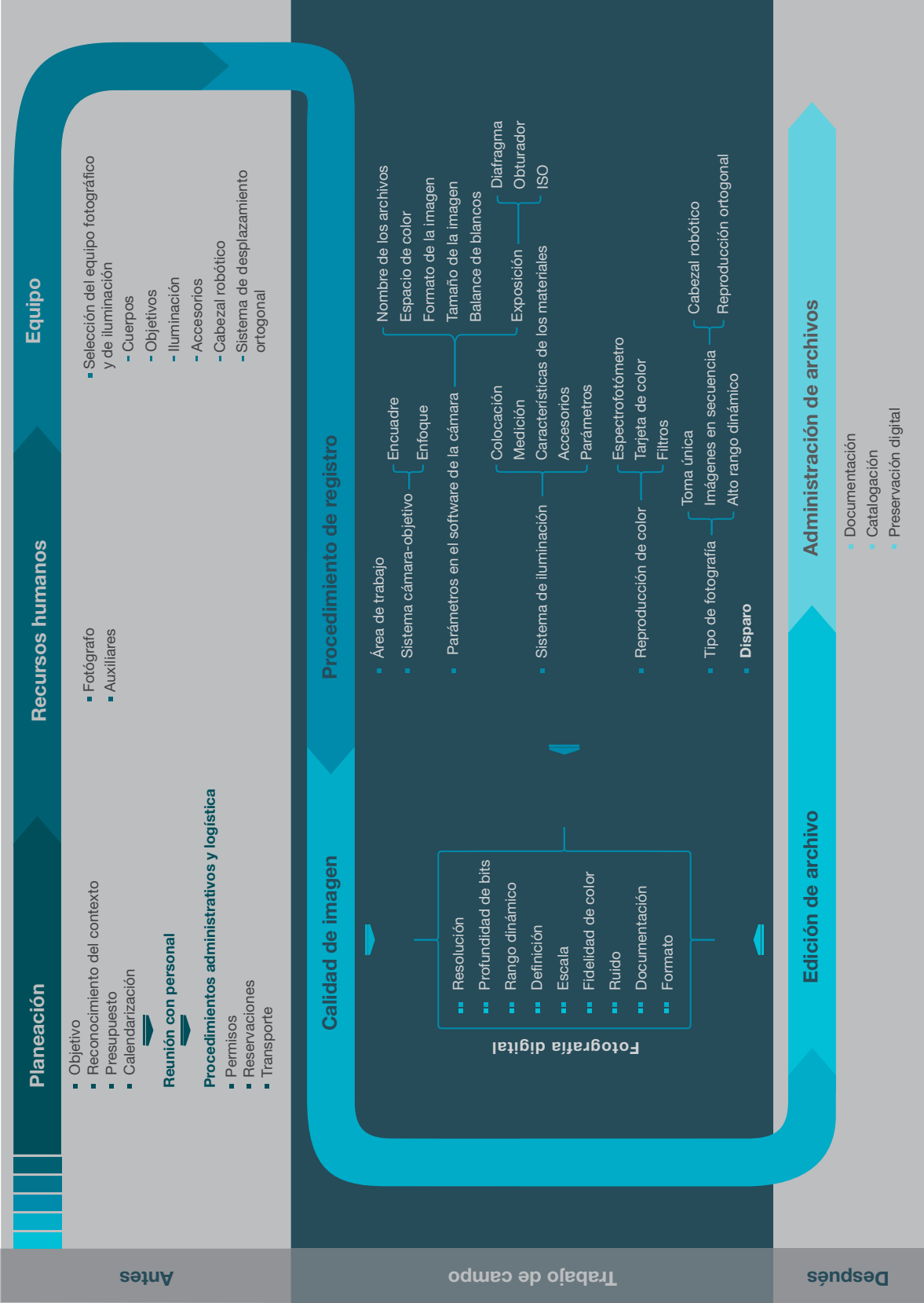


Tabla del protocolo para la aprehensión fotográfica de murales patrimoniales. Diagrama: Patricia Peña, 2013

Estas imágenes podrán servir para la creación de diferentes derivados, por lo que serán “archivos maestros” al cumplir con las siguientes características (Puglia, S. 2004, p. 5):

- Mantener las características esenciales y la información de la obra al momento de la captura.
- Ser la mejor copia fotográfica que se puede obtener de acuerdo al momento histórico y a los objetivos del proyecto.
- Representar el contenido digital que se tiene la intención de mantener y gestionar a largo plazo.
- Capacidad para reproducir copias de alta calidad con fines de impresión y visualización en pantalla.
- Sin correcciones de software, limpias y bien tomadas.
- Bien documentadas.
- En formatos estándar, sin pérdida de calidad, persistentes (acceso a largo plazo), e interoperables a través de plataformas y entornos de software.

Reflexiones finales

La fotografía depende de la tecnología, el conocimiento, experiencia y decisiones del fotógrafo, con ella se pueden obtener copias con características similares al original, pero no fieles, por la naturaleza de la tecnología con la que no es posible capturar todos los colores y mucho menos las particularidades tridimensionales de las obras.

La fotografía es una actividad de comunicación visual, que debe ser realizada por un profesional capacitado para entender las necesidades de comunicación y así, seleccionar, ordenar y traducir determinada información a un medio distinto, para ofrecer un mensaje específico, usable y responsable, destinado a un público determinado, de acuerdo a la realidad social, al momento histórico y con ayuda de las técnicas, tecnologías y teorías.

La implementación de un protocolo de registro fotográfico trae varios beneficios:

- Se sistematiza el conocimiento.
- Ayuda a la organización.
- Describe las actividades.
- Evita malos entendidos.
- Previene los riesgos e imprevistos.
- Auxilia a cumplir los objetivos en tiempo y forma.
- Aumenta la eficiencia y ahorra tiempo.
- Asegura la calidad en todos los pasos para obtener óptimas imágenes
- Los resultados son homogéneos y previsibles.

Una omisión en el procedimiento, como el uso inadecuado de las herramientas o de equipo de mala calidad, una mala decisión técnica o administración o la inexistencia de una política institucional, puede hacer que se corra un riesgo físico a la obra, el equipo o el persona, amiorar la calidad final o que el trabajo se pierda definitivamente. Es importante que se sigan las recomendaciones en esta época de inestabilidad tecnológica donde las formas y formatos pueden cambiar rápidamente y hacerse obsoletos e irrecuperables si es que no se toman las medidas necesarias.

Después de revisar las fuentes bibliográficas, realizar experimentos y concluir la presente investigación, se puede afirmar que no existe un método único o mejor para la óptima aprehensión fotográfica de murales patrimoniales con fines de registro, estudio, investigación y difusión, se puede cumplir el objetivo por diferentes caminos, pero siempre a través de una correcta planeación, el uso de equipo de calidad, el conocimiento de las herramientas la elección de los parámetros que permitan aprovecharlas de mejor manera, sistemas de iluminación de calidad y realizada por personal profesional, además del imprescindible apoyo y compromiso de las Instituciones encargadas del resguardo, registro y estudio.

En esta investigación se trataron de abarcar todos los aspectos referentes al procedimiento de aprehensión fotográfica, aunque siempre será posible profundizar más en alguno de ellos como la calidad de imagen o la reproducción de color. También quedan otros temas por estudiar: políticas culturales de registro, documentación de imágenes patrimoniales, la administración y la preservación de la información patrimonial digital, que si bien existe información al respecto, falta la implementación de buenas prácticas o la adaptación para proyectos o lugares específicos.

La propuesta que se presenta en esta tesis, con los ejercicios y pruebas realizados, dio buenos resultados para la aprehensión fotográfica de murales patrimoniales, pues se determinó una técnica adecuada, de calidad y alta resolución, para registrar el patrimonio muralístico de México por su importancia expresada en este trabajo.

El principal problema que se encontró para el registro del patrimonio cultural en México, es la falta de políticas culturales y de compromisos institucionales a partir de los cuales se creen los mecanismos para la implementación de programas integrales de registro y de la adopción de normas y métodos que benefician la estandarización, conservación, interoperabilidad y recuperación de la información a largo plazo.

Por último, quiero mencionar que a pesar de vivir en una época en donde las imágenes son de gran importancia social, parece haber un analfabetismo visual en el que no se saben “ver” las imágenes como se leería un texto, sólo sirven de referencia, no se toma en cuenta su proceso de creación y se piensa que están hechas por aparatos buenos o malos, no por personas que

pueden ser en profesionales de la imagen y tampoco se conocen los elementos que determinan su calidad, ni la importancia de ésta. Lo que suele suceder incluso en lugares donde la imagen es trascendental para el desarrollo de ciertas actividades. Y como gran parte de los problemas, podría solucionarse con un proceso educativo, en este caso “visual”.

BIBLIOGRAFÍA, HEMEROGRAFÍA Y OTRAS FUENTES CONSULTADAS

Abramowitz, Mortimer y Davidson, Michael. (s.f). Microscope Objectives. *Molecular Expressions* Recuperado el 20 de octubre de 2010. Disponible en <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/index.html>

Achenbach, Joel. (2001, octubre). El poder de la luz. *National Geographic en español*. Vol. 9, núm. 4, pp. 2-31.

Agrupación Astronómica Aragonesa. (s.f.). *Aberraciones ópticas*. Recuperado el 15 de agosto de 2010, del sitio de AstroRED. Disponible en <http://www.astrored.org/doc/articulo.php/aaa/aberraciones/1.html>
En marzo de 2012 en <http://www.astrored.org/enciclopedia/articulos/telescopios-y-observacion/construccion/aberraciones-opticas-579.html>

Aguilar García, José. (2005). Aplicaciones del sistema de zonas a la fotografía digital en color. [versión electrónica] Tesis doctoral, Departamento de filosofía, sociología y comunicación audiovisual y publicidad, de la Universidad Jaume. Castellón, España. <http://www.tesisenred.net/handle/10803/10469>

Alberch Figueras, Ramón. (2003). *Los archivos, entre la memoria histórica y la sociedad del conocimiento*. Barcelona, España: Editorial UOC.

Alemán, Adrián (2009). *Como exponer en Digital*, Sistema. Recuperado el 4 de octubre de 2012. Disponible en <http://sistema102apoyo.blogspot.mx/2009/01/como-exponer-en-digital.html>

Alexander, Abel y Ferrari, Roberto. (2003). *El Instructor (Londres, 1834-1845) Un temprano medio de difusión de la fotografía en los países de habla hispana*. Recuperado el 21 de noviembre de 2009, del sitio del Museo Fotográfico y Archivo Histórico "Adolfo Alexander" en <http://www.geocities.com/abelalexander/elinstructor.htm> En marzo de 2012 en <http://www.oocities.org/abelalexander/elinstructor.htm>

Alvarado Tapia, Ricardo. (2002). *La nueva cultura del diseño: El papel del diseñador en el desarrollo de multimedia*, Tesis de Licenciatura en diseño gráfico, Escuela Nacional de Artes Plásticas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Ángeles, Pedro. García, Idalia y Aureliano, Ramón. (2006, noviembre). *Lo eterno y lo transitorio: reflexiones sobre la digitalización en México*. Seminario de digitalización, Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Apple Computer Inc. (2005). *Aperture, Digital Photography Fundamentals*. Recuperado 17 de abril de 2010. Disponible en http://manuals.info.apple.com/en/aperture_photography_fundamentals.pdf

Aristóteles. (Trad. 1997). *Metafísica*. Colección: Austral, 399. (Azcarate, Patricio. Trad.), Madrid: Espasa-Calpe.

ArtProject de Google. (2011). Consultado el 5 de noviembre de 2011. Disponible en <http://www.googleartproject.com>

Ascensión Morales, María. (Coord.). (2008). *Manual para el control y el movimiento del patrimonio artístico y cultural de la Universidad Nacional Autónoma de México*. (Alvarado Camacho, Iván y Gómez Romero, Yadira. 2a ed., rev. y aum.). Dirección General de patrimonio artístico de la Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 13 de octubre de 2009. Disponible en http://www.patrimonio.unam.mx/manuales_patrimonio.html En marzo de 2012 en <http://www.patrimonio.unam.mx/patrimonio/index.php?dr=norm&cont=manuales>

Aumont, Jacques. (1992). *La imagen*. Barcelona, España: Paidós Comunicación.

Ayala, Víctor y Ordoñez, Jesús. (2006). Las Reglas Cambian. *Revista Cuartoscuro*, sección: en perspectiva. Recuperado el 5 de febrero de 2010. Disponible en http://photoperiodismo.blogspot.com/2006_03_26_archive.html

The Babel Color Company. (2012). *The colorchecker (since 1976)*. Consultado el 21 de febrero de 2012. Disponible en http://www.babelcolor.com/main_level/ColorChecker.htm

Baena Paz, Guillermina (1998). Instrumentos de investigación. (13ª Ed. 3ª Reimp). México: Editores Mexicanos Unidos.

Barrio, Nestor. (s.f.). Iluminación para la exhibición museológica. *Glosario técnico*. Recuperado el 10 de julio de 2009. Disponible en <http://www.nuevamuseologia.com.ar/ilumibarrío.htm>

Becquer Casaballe, Amado. (2005). El índice ISO en la fotografía digital. *Revista Fotomundo*, 442. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 25 de noviembre de 2006. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=2349>

Becquer Casaballe, Amado. (2008). Fotografía, un malentendido semántico. *Revista Fotomundo*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 21 de julio de 2008. Disponible en <http://www.fotomundo.com/nota.php?id=873> En marzo de 2012 en <http://fotomundo.com.ar/index.php/opinion/35-1/301-fotografia-un-malentendido-semantico.html>

Becquer Casaballe, Amado. (s.f.a). Equivalencias de objetivos: del rollo al CCD. *Revista Fotomundo*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 19 de mayo de 2009. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=2057>

Becquer Casaballe, Amado. (s.f.b). La aberración cromática en la fotografía digital. *Revista Fotomundo*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 16 de febrero de 2012. Disponible en <http://fotomundo.com.ar/index.php/tecnica/toma-y-realizacion/569-la-aberracion-cromatica-en-la-fotografia-digital.html>

Becquer Casaballe, Amado. (s.f.c). Los objetivos digitales ¿golpe de marketing o necesidad real? *Revista Fotomundo*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 14 de febrero de 2007. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=1574> En marzo de 2012 en <http://www.fotomundo.com/index.php/tecnica/toma-y-realizacion/297-los-objetivos-digitales-igolpe-de-marketing-o-necesidad-real.html>

Becquer Casaballe, Amado. (s.f.d) El objetivo perfecto no existe. Aberraciones Ópticas. *Revista Fotomundo* Recuperado el 28 de julio de 2010. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=702>

- Benjamín, Walter. (1973). *La obra de arte en la era de la reproducción mecánica*. (Aguirre, Jesús. Trad.) Madrid: Taurus. (Trabajo original publicado en 1936).
- BetterLight. (2004). *Large Format Digital Photography*. [Fotografía digital de gran formato] Recuperado el 20 de febrero de 2006. Disponible en http://betterlight.com/faq_sales.asp
- Bleich, Arthur. (1998, febrero). Manipulación digital de imágenes por una bagatela. Parte 1. *ZoneZero*. Recuperado el 16 de marzo de 2006. Disponible en <http://www.zonezero.com/magazine/dcorner/texto2asp.html>
- Boscarol, Mauro. (2007a). *Luces incandescentes y cuerpo negro* (Sánchez, Gustavo. Trad. 2011) Recuperado el 15 de julio de 2011. Disponible en http://gusgsm.com/luces_incandescentes_cuerpo_negro
- Boscarol, Mauro. (2007b). *Fuentes de luz*. Recuperado el 11 de julio de 2011. Disponible en http://gusgsm.com/fuentes_luz
- Boscarol, Mauro. (2007c). *Iluminantes estándares CIE*. Recuperado el 10 de julio de 2011. Disponible en http://gusgsm.com/iluminantes_estandares_cie
- Bowens. (2012). Sitio Web de la compañía Bowens. Recuperado el 16 de mayo de 2012. Disponible en <http://www.bowensdirect.com>
- Bravo de la Carrera, Jorge. (2003). Fotografía de reproducción de obra de arte. *Apertura Photo Magazine*, 2. Recuperado el 5 de agosto de 2006. Disponible en <http://www.apertura.cl/archivo/apertura/N%BA2%20%20a%F1o%201/articuloEspecialidad.html>
- Bravo de la Carrera, Jorge. (2006a). Fotometría. *Apertura Photo Magazine*. Recuperado el 12 de diciembre de 2010. Disponible en <http://www.apertura.cl/archivo/apertura/N%ba6%20-%20a%f1o%201/Diafragma.htm>
- Bravo de la Carrera, Jorge. (2006b). Temperatura de color. *Apertura Photo Magazine*. Recuperado el 21 de enero de 2010. Disponible en http://www.apertura.cl/anteriores/diafragma_temperatura_color.htm
- Camera and Imaging Products Association. (s.f.). Recuperado el 17 de abril de 2010. Disponible en <http://www.cipa.jp/english/index.html>
- Campbell, Alastair. (2000). *The Designer's Lexicon*. [El lexicon del diseñador] San Francisco: Chronicle Book.
- Canon. (2006). *Catálogo 2006. Cámaras réflex digitales, accesorios, objetivos*. Recuperado el 7 de agosto de 2010, del sitio de Canon. Disponible en <http://usa.canon.com>
- Carreras, Claudi. (2007). *Conversaciones con fotógrafos mexicanos*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Carrillo Azpetia, Rafael (1981). *Pintura mural de México*. México: Panorama Editorial
- Cassino, Pablo Ariel. (2003). Historia del museo. *Revista digital nueva museología*. Recuperado el 6 de marzo de 2007. Disponible en http://www.nuevamuseologia.com.ar/historia_del_museo.htm
- Centro Nacional de Conservación y Registro del Patrimonio Artístico Mueble. (s.f.). Recuperado el 1 de noviembre de 2006, del sitio web del Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Disponible en <http://www.cnca.gob.mx/cnca/buena/inba/subbellas/cmueble.html>

Chalmers, Alan. (2003). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* España: Siglo XXI.

Chen, Ting., Catrysse, Meter., El Gamal Abbas. y Wandell, Brian. (2000). *How Small Should Pixel Size Be?* [¿Qué tan pequeños deben ser los píxeles?] [Documento en proceso]. Recuperado el 7 de noviembre de 2010, del sitio web de Stanford University, EE. UU. Disponible en <ftp://white.stanford.edu/users/brian/pdc/pixelSize>

Clark, Roger N. (2005, diciembre). *How Many Megapixels Do You Need? Plus other factors in choosing a digital camera.* [¿Qué tantos megapíxeles necesitas? Más otros factores para seleccionar una cámara digital] Recuperado el 22 de noviembre de 2008. Disponible en http://www.clarkvision.com/imagedetail/how_many_megapixels/index.html

Classen, Constante. (s.f.). *Fundamentos de una antropología de los sentidos.* Recuperado el 23 de enero de 2006, del sitio de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en <http://www.unesco.org/issj/rics153/classenspa.html>

Collins, Sheldon. (1992). *How to Photograph Works of Art* [Como fotografiar obras de arte]. New York: Amphoto.

Costa, Joan. (1991). *La fotografía, entre sumisión y subversión.* México: Trillas.

Costa, Joan. (1998, septiembre-octubre). Manifiesto por el diseño del siglo XXI. *DX, estudio y experimentación del diseño*, año 1, número 4, pp 18-25.

Cowley, John. (s.f.). D2X. Recuperado el 4 de marzo de 2007. Disponible en <http://www.lonestardigital.com/D2X.htm>

Crespo, Carmen y Viñas, Vicente. (1984). *La Preservación y restauración de documentos y libros en papel: un estudio del RAMP con directrices.* Programa General de Información y UNISIST. Recuperado el 19 de marzo de 2009, del sitio web de Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en <unesdoc.unesco.org/images/0006/000635/063519so.pdf>

Csillag, Ilonka. (2000). *Conservación, fotografía patrimonial.* (5ª Ed.). Santiago, Chile: Centro Nacional del Patrimonio Fotográfico.

DeCarli, Georgina y Tsagaraki, Christina (2006) *Un Inventario de Bienes Culturales: ¿por qué y para quién?* Costa Rica: Instituto Latinoamericano de Museos. Disponible en: www.ilam.org/ILAMDOC/IBC-porqueYparaquien.pdf

De Font-Réaulx, Dominique. y Bolloch, Joëlle. (2006). *The Work of Art and Its Reproduction* [La obra de arte y su reproducción]. París: Musée d'Orsay.

De la Fuente, Beatriz. (1995-2008). *La pintura mural prehispánica en México.* México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México.

De la Fuente, Beatriz. (1999). *Pintura mural prehispánica*, México: Jaca Book.

De la O, Gabriela. (s.f.). *La pintura mural de los conventos.* Recuperado el 14 de julio de 2011 del sitio web de Artes e historia México. Disponible en http://www.arts-history.mx/sitios/index.php?id_sitio=421110&id_seccion=990098&id_subseccion=754074

Del Valle Gastaminza, Félix. (2002). *Dimensión documental de la fotografía*. [Conferencia Magistral leída el 29 de octubre de 2002 en el Congreso Internacional sobre Imágenes e Investigación Social, celebrado del 28 al 31 de Octubre de 2002 en México, D.F.] Recuperado el 26 de octubre de 2010. Disponible en <http://www.fcif.net/estetica/dimensionfotografia.htm>

Diario Oficial de la Federación. (1970, 16 diciembre) Ley Federal del Patrimonio Cultural de la Nación. Secretaría de Educación Pública.

Diario Oficial de la Federación. (1972, 6 mayo) Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas. Secretaría de Educación Pública.

Diccionario de Física. (1992) Colección Llave de la Ciencia. Grupo Editorial Norma Educativa: México

Diccionario jurídico mexicano, Vol. 4. (1998). México: Porrúa - Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Disdéri, André Adolphe Eugène. (1861) *Application de la photographie à la reproduction des oeuvres d'art : architecture, peinture, statuaire, orfèvrerie, émaux, ivoires, costumes, haute curiosité*. Paris: Chez l'auteur

Digital Dingus. (2005, noviembre). *Lowel Ego Digital Imaging Light*. [Lowel Ego, luz de imagen digital] Recuperado el 27 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.digitaldingus.com/reviews/lowel/ego/lowelego.php>

Digital Photography Review. (2012). Recuperado el 14 de febrero de 2012. Disponible en <http://www.dpreview.com/>

Drake, Karl-Magnus., Justrell, Borje y Tammara, Anna María. (2003). Identification of Good Practices and Competence Centres. *Good Practice Handbook. Version 1.2*. [Manual de buenas prácticas] The Minerva, Working Group 6 (Ed.). Recuperado el 15 de mayo de 2010. Disponible en http://www.minervaeurope.org/structure/workinggroups/goodpract/document/bestpracticehandbook1_2.pdf

Dr. Clauss Bild- und Datentechnik GMBH. (2012). Recuperado el 17 de octubre de 2011. Disponible en <http://www.dr-clauss.de/english.htm>

Dubois, Philippe. (1999). *El acto fotográfico* (Baravalle, Graziella. Trad.) Barcelona: Paidós comunicación. (Obra original publicada en 1983).

DxO Labs. (2012). Recuperado el 14 de febrero de 2012. Disponible en <http://www.dxomark.com/index.php>

Eastman Kodak Company. (2000, junio). *Manual del Director de Fotografía. Películas Cinematográficas de Cámara* (6ª Ed.). Recuperado el 3 de septiembre de 2010. Disponible en http://www.es.kodak.com/ES/plugins/acrobat/es/motion/publicaciones/manualfotografia_ok.pdf

Eco, Humberto. (2007). *Como se hace una tesis*. (Baranda, Lucía. Trad.) Barcelona: Gedisa (Obra original publicada en 1977).

Edmondson, Ray. (2002). *Memoria del Mundo: Directrices*. Recuperado el 11 de febrero de 2009, del sitio web de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001256/125637s.pdf>

eEurope. (2001). *Los Principios de Lund: Conclusiones de la Reunión de Expertos*, Lund. Suecia. Recuperado el 6 de noviembre de 2009. Disponible en http://www.cordis.lu/ist/directorate_e/digicult/lund_principles.htm

Elinchrom. (2012). Sitio web de la compañía Elinchrom. Recuperado el 14 de mayo de 2012. Disponible en <http://www.elinchrom.com/products.php>

English, Sandy. (2006, abril). Three Years After Looting of Iraqi National Museum: An Official White Wash of US Crime. *World Socialist Web Site*. Recuperado el 8 de febrero de 2010. Disponible en <http://www.wsws.org/articles/2006/apr2006/muse-a07.shtml>

Faber, Birren. (1986). *Color Perception in Art* [La percepción del color en el arte]. Pennsylvania: Schiffer Publishing.

Falk, David., Brill, Dieter. y Stork, David. (1986). *Seeing the Light, Optics in Nature, Photography, Color, Vision and Holography* [Viendo la luz, óptica en la naturaleza, fotografía color visión y holografía]. New York: John Wiley & Sons.

Fernández, Justino. (2001). *Arte moderno y contemporáneo de México, Tomo 2, El arte del siglo XX*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México. (Obra original publicada en 1952).

Ferrer, Eulalio. (1999). *Los lenguajes del color*. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes, Fondo de Cultura Económica.

FLAAR Network. (2012). Consultado el 14 de febrero de 2012. Disponible en <http://www.flaar.org/>

Florescano, Enrique (Compilador) (1993) *El patrimonio Cultural de México*. México: Fondo de Cultura Económica.

Florián Méndez, Alfredo. (2008). *Caracterización de la Cantera para Propagación de Señales de RF*. Tesis de Licenciatura en Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones. Escuela de Ingeniería y Ciencias. Departamento de Computación, Electrónica, Física e Innovación. Universidad de las Américas Puebla. México.

Foncerrada de Molina, Marta. (1993). *Cacaxtla. La iconografía de los olmeca-xicalanca*, México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México.

Fontcuberta, Joan. (1997). *El beso de Judas*. Barcelona: Gustavo Gili.

Fraser, Bruce., Murphy, Chris. y Bunting, Fred. (2003). *Uso y administración del color*. Madrid: Anaya Multimedia.

Fraser, Bruce y Schewe. (2009). *Camera Raw con Photoshop CS4*. España: Anaya Multimedia.

Freeman, Michael. (2000). *Guía completa de fotografía*. Barcelona: L. Blume.

Freund, Gisèle. (2006). *La fotografía como documento social*. (Elias, Josep. Trad.) Barcelona: Gustavo Gili (Obra original publicada en 1974).

Frey, Franziska. y Reilly, James. (1999). *Digital Imaging for Photographic Collections* [Imagen digital para colecciones fotográficas], Nueva York: Image Permanence Institute, Rochester, Institute of Technology.

Fundación Asmoz de Eusko Ikaskuntza (2012) Diplomado en administración y preservación de archivos digitales. Consultado el 14 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://archivosdigitales.asmoz.org/>

Fundación Federico Engels. (2010). Cuadernos de Formación Marxista, 1. *Introducción a el materialismo dialéctico*. Recuperado el 16 de agosto de 2010. Disponible en http://www.fundacionfedericoengels.org/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=37&Itemid=57

Fundibeq [Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad] (s.f.). *Diseño de experimentos*. Recuperado el 6 de julio de 2011. Disponible en http://fundibeq.org/opencms/opencms/PWF/methodology/tools/index/index.html?_setlocale=es

García, Efraín y Osuna, Rubén. (2005, julio). *Fundamentos de fotografía digital*. Recuperado el 17 de julio de 2008, del sitio web de la Universidad Nacional de Educación a Distancia [UNED]. Disponible en <http://www.uned.es/personal/rosuna/resources/photography/ImageQuality/fundamentos.imagen.digital.pdf>

García, Estela. (s.f.). *El violonchelista de Sarajevo*. Recuperado el 17 de octubre de 2009. Disponible en <http://ensamblerecua.blogspot.com/2009/07/el-violonchelista-de-sarajevo.html>

García Melero, Luis Ángel. (2004, septiembre). *Algunas iniciativas relacionadas con la recopilación y conservación del patrimonio digital*. Recuperado el 25 de junio de 2009. Disponible en www.anabad.org/admin/archivo/docdow.php?id=143

García Torres, Milko. (s.f.). *Teoría del diseño. Lenguaje del color*. Recuperado el 23 septiembre de 1999. Disponible en http://www.imageandart.com/tutoriales/teoria_diseno/lenguaje_color_1.htm
En marzo de 2012 en http://www.imageandart.com/tutoriales/morfologia/lenguaje_color_1.htm

General Electric Consumer and Industrial Lighting. (1997). *Glosario de iluminación*. Recuperado el 18 de marzo de 2007. Disponible en <http://www.gelighting.com/es/resources/glossary.htm>

Geoffrion, JR. (1995). *Understanding Digital Camera Resolution*. [Entendiendo la resolución de la cámara digital] Recuperado el 4 de marzo de 2007. Disponible en <http://www.luminous-landscape.com/tutorials/understanding-series/res-demyst.shtml>

George Eastman House. (2002). *Daguerreotypes from Mexico*. [Daguerrotipos de México] Recuperado el 24 de septiembre de 2010. Disponible en http://www.geh.org/ne/str096/htmlsrc/mexdag_sum00001.html#69:0265:0204

Gigapan System. (2011). Consultado el 7 de noviembre de 2011. Disponible en <http://www.gigapansystems.com/>

Goldchain, Rafael. (2004). ¿Quién ganó en la década pasada? ¿Lo digital o lo análogo? *ZoneZero*. Recuperado el 13 de marzo de 2006. Disponible en <http://www.zonezero.com/10/ponencias/goldchain/indexsp.html>

Goldstein, Bruce. (1999). *Sensación y percepción*. México: International Thomson Editores.

Gombrich, Ernest., Hochberg, Julian. y Black, Max. (1983). *Arte, percepción y realidad*. Barcelona: Paidós Comunicación.

Gombrich, Ernest. (1987). *La imagen y el ojo: nuevos estudios sobre la psicología de la representación pictórica*. Madrid: Alianza.

González Briseño, Jorge. (Coord.). (2005). *Manual de Procedimientos. Catálogo Nacional de Monumentos Históricos Inmuebles. Etapas preliminar, de planeación y programación, de trabajo de campo y de gabinete*. México: Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

González Casanueva, Fernando. (s.f.). El Fotómetro (parte 1). *Revista Fotomundo*. Recuperado el 23 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=637> En marzo de 2012 en <http://www.fotomundo.com/index.php/tecnicatoma-y-realizacion/125-el-fotometro.html>

González Iglesias, Julio. (2009, enero). *Revelaciones anatómicas de Leonardo da Vinci*. Recuperado el 1 de febrero de 2006, en el sitio web de Latin Art Museum. Disponible en <http://www.latinartmuseum.com/anatomica.htm>

Grey, Tim. (2004). *El color en la fotografía digital: La guía de la gestión del color para fotógrafos digitales*. Madrid: Anaya Multimedia.

Guía Cinegel. (1998). *Filtración de la luz para cine y video*. Recuperado el 29 de abril de 2010, del sitio web de Rosco Laboratories. Disponible en http://www.rosco-iberica.com/technotes/filtros/filter_facts.html#Heat

Gutiérrez Arriola, Cecilia. (2008). *Guía de murales de la Ciudad Universitaria*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Dirección General del Patrimonio Universitario, Universidad Nacional Autónoma de México.

Guzmán Ramos, Aldo. (2002). Conflictos bélicos, destrucción del patrimonio cultural y dominación del imperialismo capitalista. *WebIslam*. Recuperado el 13 de Julio de 2010. Disponible en http://www.webislam.com/articulos/26514-conflictos_belicos_destruccion_del_patrimonio_cultural_y_dominacion_del_imperial.html

Haltdefinizione. (2010). Consultado el 4 de noviembre de 2011. Disponible en <http://www.haltdefinizione.com/home.jsp?lingua=es>

Hart, Russell. (2000). *Photographing Your Artwork*. [Fotografiando tu obra de arte] Cincinnati, Ohio: North Light.

Herascu, N. Simileanu, M y Radavan, R. (2008). Color Change in the Artwork Materials Aged by UV radiation. [Cambio de color en los materiales de obras de arte por la radiación ultravioleta] [Versión electrónica] *Romanian Reports in Physics*, Vol. 60, No. 1, pp.95–103. Recuperado el 21 de enero de 2011. Disponible en http://www.infim.ro/rp/2008_60_1/10-095-103.pdf

Heredía Herrera, Antonia (2012). Diplomado en preservación de archivos digitales. Módulo 1: Introducción a la ciencia archivística moderna Lección 2: los principios archivísticos. modelos y gestión de sistemas. España: Fundación Asmoz de Eusko Ikaskuntza.

Hernández Meléndrez, Edelsys. (2006). *Cómo escribir una tesis*. Tesis de posgrado. Escuela Nacional de Salud Pública, Cuba. Recuperado el 18 de enero de 2012. Disponible en <http://www.polgalvan.sld.cu/contenido/metodologiainvest.htm>

Hernández Sampieri, Roberto. et. al. (1991). *Metodología de la investigación*. (2ª Ed.). México. McGraw-Hill

Hunter, Fil y Fuqua, Paula. (1997). *Light Science and Magic*. [Luz, ciencia y magia] (2ª Ed.). EE. UU.: Focal Press.

I1Match V.2.0. (2003). programa de cómputo, Gretag Macbeth.

I1Share V.1.4. (2004). programa de cómputo, Gretag Macbeth.

IDG Communications S.A. (2009). *14 pinturas del museo del Prado en alta resolución*. [Archivo de video] Recuperado el 7 de junio de 2011. Disponible en <http://www.youtube.com/watch?v=OnRiguZFfK>

International Imaging Industry Association. (2011). Recuperado el 19 de febrero de 2011. Disponible en <http://www.i3a.org/>

International Press Telecommunications Council. (2010). *IPTC Standard Photo Metadata*. Recuperado el 12 de enero de 2011. Disponible en <http://www.iptc.org/std/photometadata/specification>

Jacobs, David. (s.f.) *Frequently Asked. Questions Regarding Lenses*. [Preguntas frecuentes, relacionadas con los lentes]. Recuperado el 21 de julio de 2010 del sitio web de Graflex. Disponible en <http://www.graflex.org/lenses/lens-faq.html>

Juances. (2010). *Talleres OD: Filtros fotográficos*. Recuperado el 1 de junio de 2011, del sitio web de Bulletin Solutions, Inc. Disponible en <http://www.ojodigital.com/foro/content/filtros-fotograficos-424/>

Jurado, Carlos. (1974). El arte de la aprehensión de las imágenes y el unicornio. *ZonaZero*. Recuperado el 12 de junio de 2006. Disponible en <http://www.zonezero.com/exposiciones/fotografos/jurado/libro/indsp.html>

Keller, H. Ernst., Spring, Kenneth R., Long, John C. y Davidson, Michael W. (2002). *Optical Aberrations*. [Aberraciones ópticas] Recuperado el 12 de junio de 2010, del sitio web de Florida State University. Disponible en <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/aberrations/chromatic/index.html>

Kenney, Anne R., Rieger, Oya Y. & Entlich, Richard. (2002). *Tutorial de digitalización de imágenes. Llevando la teoría a la práctica* [versión electrónica]. Recuperado el 9 de abril de 2009, del sitio web de Biblioteca de la Universidad de Cornell / Departamento de Preservación y Conservación. Disponible en <http://www.library.cornell.edu/preservation/tutorial-spanish/contents.html>

Kuhn, Thomas Samuel. (2004). *La estructura de las revoluciones científicas*. (2ª Ed.). México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. Fondo de Cultura Económica. (Trabajo original publicado en 1962).

La fotografía (2013) Artual Ediciones. Barcelona, España. Recuperada del 10 al 30 de enero de 2013, disponible en <http://www.la-fotografia.com/>

Langford, Michael. (1990). *Fotografía básica*. (8ª Ed.). Barcelona: Omega.

Langford, Michael. (1999). *Tratado de fotografía, un texto avanzado para profesionales* Barcelona: Omega.

Lara López, Emilio Luis y Martínez Hernández, María José. (2003). Historia de la Fotografía en España. Un enfoque desde lo global hasta lo local. *Revista de Antropología Experimental*, 03. Recuperado el 21 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.ujaen.es/huesped/rae>

Laszlo, Carlos. (s.f.). *Manual de luminotecnia para interiores*. Recuperado el 30 de octubre de 2007, del sitio web de Lighting Desing & Asoc. Disponible en <http://www.laszlo.com.ar/manual.htm>

Leyva Tejada, Paulo. (2005). *Tipos de pantallas y cámaras en dispositivos móviles*. Recuperado el 16 de agosto de 2010. Disponible en <http://www.perumoviles.org/foro/about628-0-asc-0.html>

- Lindblom Patkus, Beth. (2007). Protection from Light Damage. [Protección por el daño de la luz] *Preservation Leaflets*. Consultado del 11 de septiembre de 2011. Del sitio web de Northeast Document Conservation Center. Disponible en http://www.nedcc.org/resources/leaflets/2The_Environment/04ProtectionFromLight.php
- Lister, Martin. (Comp.). (1997). *La imagen fotográfica en la cultura digital*. España: Paidós Multimedia
- Lombardo de Ruíz, Sonia. (Coord.). (1987). *La pintura mural maya en Quintana Roo*. México: Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- López Mondéjar, Publio. (2008). *Fotografía como fuente de memoria*. [Discurso del académico electo, leído en el acto de su recepción pública el día 30 de marzo de 2008]. Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Recuperado el 22 de febrero de 2010. Disponible en http://www.casasimarro.net/imagenes/discursopublio_web.pdf
- López Orozco, Leticia (2010) *Boletín informativo Crónicas. El muralismo, producto de la Revolución mexicana, en América*. México: Instituto de Investigaciones Estéticas, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Madpixel Factory. (2008). Recuperada el 3 de octubre de 201. Disponible en <http://www.gigapixelfactory.com/>
- Masterman, Margaret. (1975). *La crítica y el desarrollo del conocimiento: actas del coloquio Internacional de Filosofía de la Ciencia celebrado en Londres en 1965*. Lakatos, Imre (Ed.). Barcelona: Grijalbo.
- MAV [Museo de Aula Virtual], (2012) Santiago de Chile. Consultado el 22 de octubre de 2012. Disponible en <http://www.mav.cl/patrimonio/>
- Magaloni Kerpel, Diana (1995). Técnicas de la pintura mural en Mesoamérica, *Revista Arqueología Mexicana*. 3 (16) 16 -21
- McHugh, Sean. (Ed.). (s.f.a). *Lens Diffraction & Photography*. [Difracción de los lentes y fotografía] Recuperado el 5 de febrero de 2010, del sitio web de Cambridge in colour. Disponible en <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/diffraction-photography.htm#>
- McHugh, Sean. (Ed.). (s.f.b). *SRGB vs. Adobe RGB 1998*. Recuperado el 5 de noviembre de 2011, del sitio web de Cambridge in colour. Disponible en <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/sRGB-AdobeRGB1998.htm>
- Meetthings. (2012). Que es un lumen? Recuperado el 17 de junio de 2012, del sitio de Meetthings. Disponible en <http://meetthings.com/blog/index.php/17-11-2011/que-es-un-lumen/>
- Meyer, Pedro. (1995). El renacimiento de la fotografía. *ZoneZero*. Recuperado el 17 de marzo de 2006. Disponible en <http://www.zonezero.com/magazine/articles/meyer/07sp.html>
- Meyer, Pedro. (1999). Entorno a la película digital y el papel. Sección Digital Corner. *ZoneZero*. Recuperado 14 de octubre de 1999. Disponible en <http://zonezero.com/magazine/dcorner/texto10sp.html>
- Meyer, Pedro. (2004). Una fotografía es una fotografía es una fotografía. *Zone Zero*. Recuperado el 7 de febrero de 2012. Disponible en http://www.zonezero.com/zz/index.php?option=com_content&view=article&id=745%3Aa-photograph-is-a-photograph-is-a-photograph&catid=1%3Apedro-meyers-editorial&lang=es

Meyer, Pedro. (2005, mayo). El impacto de la tecnología en el contenido. *Zone Zero*. Recuperado el 7 de febrero de 2012. Disponible en http://www.zonezero.com/zz/index.php?option=com_content&view=article&id=761%3Athe-impact-of-technology-on-content&catid=1%3Apedro-meyers-editorial&lang=es

Miller, Arthur. (1973). *The Mural Painting of Teotihuacan*. [Los muros pintados de Teotihuacan] Washington: D. Oaks.

Miller, Arthur. (1982). *On the Edge of the Sea: Mural Painting at Tanch-Tulum, Quintana Roo, México*. [A la orilla del mar: murales pintados en Tanch-Tulum, Quintana Roo, México] Washington, D.C.: Trustees for Harvard University Press.

Molinari, Mariano. (s.f.a). CCD versus CMOS. *Revista Fotomundo*. Recuperado el 13 de marzo del 2006. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=676>

Molinari, Mariano. (s.f.b). La relación señal-ruido en fotografía digital. *Revista Fotomundo*. Recuperado el 13 de octubre de 2006. Disponible en <http://www.fotomundo.com/tecnic/digital/senalruido.shtml>

Molinari, Mariano. (2005, octubre). ¿Captura digital o toma fotográfica? *Revista Fotomundo*, 442. Recuperado el 19 de junio de 2010. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=2350>

Moncada, Gustavo. (2011). Historia de la tomografía. *Odontoclínica*. Recuperado el 4 de marzo de 2011. Disponible en <http://www.odontoclinica.cl/LENTES-FINAL.pdf>

Monje Arenas, Luis. (1992a). Objetivos e imágenes, *Curso de iniciación a la fotografía Científica, capítulo IV*. Recuperado el 19 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.difo.uah.es/curso/c04/cap04.html#c04-8>
En marzo de 2012 en http://foto.difo.uah.es/curso/objetivo_e_imagenes.html

Monje Arenas, Luis. (1992b). La cámara fotográfica. *Curso de iniciación a la fotografía científica, capítulo VI*. Recuperado el 11 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.difo.uah.es/curso/c06/>
En marzo de 2012 en http://foto.difo.uah.es/curso/la_camara_fotografica.html

Monje Arenas, Luis. (1992c). La iluminación, *Curso de iniciación a la fotografía Científica, capítulo VII*. Recuperado el 11 de julio de 2010. Disponible en <http://www.difo.uah.es/curso/c07/cap07.html>
En marzo de 2012 en http://foto.difo.uah.es/curso/la_iluminacion.html

Monje Arenas, Luis. (2004). *La difracción en fotografía: un fenómeno a evitar*. Recuperado el 17 de junio de 2010. Disponible en <http://akvis.com/es/articles/diffraction-in-photography/index.php>

Montgomery, Douglas. (1991). *Diseño y análisis de experimentos*. (Delgado, Jaime Trad.). México: Grupo Editorial Iberoamérica.

Morales, Mario Roberto. (2004). Funciones sociales del patrimonio cultural. *La insignia*. Recuperado el 10 de febrero de 2008. Disponible en http://www.lainsignia.org/2004/septiembre/cul_029.htm

Morán, Iker. (2005, enero). *Un poco de historia (Parte I)*. Recuperado el 28 de junio de 2006. Disponible en <http://www.quesabesde.com/camdig/articulos.asp?articulo=112>

Motivarte. (s.f.) *Diccionario de términos fotográficos*. Recuperado el 23 de noviembre de 2010, del sitio web de Motivarte, [Escuela de fotografía]. Disponible en <http://motivarte.com/diccionario.htm>

Mraz, John. (2003). ¿Qué tiene de documental la fotografía? Del fotorreportaje dirigido al fotoperiodismo digital. *Zonezero*. Recuperado el 7 de febrero de 2006. Disponible en <http://www.zonezero.com/magazine/articles/mraz/mraz01sp.html>

Myers, Robin. (2002, marzo). *Gray Card Selection [Selección de tarjeta gris]*. Recuperado el 7 de febrero de 2012, del sitio web de betterlight. Disponible en http://www.betterlight.com/downloads/whitePaper/wp_gray_cards.pdf

Nagel Vega, Lina. (Ed.). (2008). *Manual de registro y documentación de bienes culturales*. Santiago de Chile: Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, Centro de Documentación de Bienes Patrimoniales. Getty Research Institute.

Nikon Corporation. (2006). Recuperado el 18 de julio de 2010. Disponible en www.nikonimaging.com/global/news/2006/pdf/image_authentication_nr.pdf –

Ornalux. (2004). *Ingeniería en luz. Conceptos de iluminación*. Recuperado el 17 de marzo de 2007. Disponible en <http://www.ornalux.com/esp/static.php?category=conceptos>

Ortiz Zamora, Francisco Gabriel. (2002). *Procesamiento morfológico de imágenes en color. Aplicación a la reconstrucción geodésica*. Tesis Doctoral sin publicar. Departamento de física, ingeniería de sistemas y teoría de la señal. Universidad de Alicante. Alicante, España.

Osorio Alarcón, Fernando. (1998, enero-febrero). Los daguerrotipos mexicanos en la colección Gabriel Cromer, *México en el tiempo*, número 22, pp. 40-45.

Osorio Alarcón, Fernando. (2001). *La fotografía del arte. Control de la iluminación a partir de un arreglo de luz polarizada cruzada*. Segunda parte. Laboratorio Mexicano de Imágenes. Recuperada el 19 de noviembre de 2007. Disponible en <http://www.lmi.com.mx/revista/analogica/3.html>

Osorio Alarcón, Fernando. (s.f.a). Lo que la imagen analógica no da, la fotografía digital no presta. *Revista digital*. Recuperado el 17 de enero de 2006, del sitio web de Laboratorio Mexicano de Imágenes. Disponible en <http://www.lmi.com.mx/revista/digital/7.html>

Osorio Alarcón, Fernando. (s.f.b). *Las lentes fotográficas*. Revista digital. Recuperado el 27 de julio de 2009, del sitio web de Laboratorio Mexicano de Imágenes. Disponible en <http://www.lmi.com.mx/revista/analogica/9.html>

Osorio Alarcón, Fernando. (s.f.c). *La fotografía del arte. Manejo de la obra y control de la iluminación*. Revista digital. Recuperado el 5 de Mayo de 2006, del sitio web de Laboratorio Mexicano de Imágenes. Disponible en <http://www.lmi.com.mx/revista/analogica/3.html>

Pariente, José Luis. (1996, septiembre). Hay que apagar la luz. *Revista Media Link*, No. 10, pp. 10-12. Recuperado el 23 de julio de 2009. Disponible en <http://www.excelencia.uat.edu.mx/pariente/Articulos/Fotografia/apagar.html>

Pariente, José Luis. (1989, septiembre) *La invención de la fotografía*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Recuperado el 23 de octubre de 2012. Disponible en: <http://academia.uat.edu.mx/pariente/Articulos/Fotografia/La%20invencion%20de%20la%20fotografia.htm>

Perea González, Joaquín. (Dir.). (2001, diciembre). Universo Fotográfico. *Revista de fotografía, año III, número cuatro*. Recuperado el 28 de noviembre de 2010 del sitio web de la Universidad Complutense de Madrid, Facultad de Bellas Artes, departamento de dibujo II, diseño y artes de la imagen. Disponible en <http://www.ucm.es/info/univfoto/num4/editorial.htm>

Pérez Fernández, Ismael. (2002). *¿Por qué azul?* Recuperado el 5 de julio de 2004. Disponible en <http://www.cienciateca.com/luzazul.html>

Pérez Gallardo, Helena (s.f). *Fotografía en el Museo del Prado*. Recuperado el 12 de Febrero de 201. Disponible en <http://www.museodelprado.es/enciclopedia/enciclopedia-on-line/voz/fotografia-en-el-museo-del-prado/> Madrid: Fundación amigos del Museo del Prado.

Pérez Pacheco, Yaritza. (2010). *La protección del patrimonio cultural. Una aproximación al régimen jurídico venezolano en el marco de la codificación internacional*. Memoria virtual I Congreso Iberoamericano sobre patrimonio Cultural. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica. pp 2071-2093.

Pierantoni, Ruggero. (1984). *El ojo y la idea, fisiología e historia de la visión*. España: Paidós Comunicación.

Pomilio, Mario. (1969). *El color en el arte de Leonardo*. Barcelona: Noguer-Rizzoli.

Präkel, David (2007). Iluminación. (Trd. Roses Martínez, Franciso. 2007. reimp 2011) Barcelona: Blume

Präkel, David (2009). Exposición. (Trd. Morcate Casera, Montserrat, 2010) Barcelona: Blume

Precision Optical Imaging. (2009). Recuperado el 3 de mayo de 2010. Disponible en <http://www.precisionopticalimaging.com/>

Puglia, Steven. Reed, Jeffrey y Rhodes, Erin. (2004). *Technical Guidelines for Digitizing Archival Materials for Electronic Access: Creation of Production Master Files – Raster Images*. U.S. National Archives and Records Administration (NARA). Consultado el 2 de marzo de 2012. Disponible en <http://www.archives.gov/preservation/technical/guidelines.html>

Quéau, Philippe. (1995). *Lo virtual*. España: Paidós

Quintana Tejera, Luis (2006). *Métodos y técnicas de investigación I*. México: MacGraw-Hill.

Quirosa García, María Victoria. (2005). *Historia de la protección de los bienes culturales muebles: definición, tipologías y principios generales de su estatuto jurídico*. Granada, España: Universidad de Granada.

Ramírez, Juan Antonio. (2005). La crítica y la historia del arte frente a los derechos de reproducción. *Revista Lápis*, 217, pp. 26-41. Recuperado el 11 de Mayo de 2006. Disponible en http://www.contraindicaciones.net/archives/2006/02/la_critica_y_la.html

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española (22a. ed.)*. Recuperado entre enero de 2010 y marzo de 2012. Disponible en <http://www.rae.es/>

Reichmann, Michael. (1995). *State-of-the-Art 35mm. Digital vs Medium Format Film*. [El estado del arte de 35mm. Digital vs película de formato medio]. Recuperado el 14 de marzo de 2007 del sitio web de Luminous-Landscape. Disponible en <http://www.luminous-landscape.com/reviews/shootout.shtml>

Reichmann, Michael. (s.f.). *Understanding Raw Files* [Entendiendo los archivos Raw] Consultado el 17 de enero de 2012. del sitio web de Luminous-Landscape. Disponible en <http://www.luminous-landscape.com/tutorials/understanding-series/u-raw-files.shtml>

Reid, Sean. (2012). *The Naked Sensor* [el sensor al desnudo]. Recuperado el 20 de marzo de 2012 del sitio web de Luminous-Landscape. Disponible en http://www.luminous-landscape.com/essays/the_naked_sensor.shtml

Revista Fotomundo. (s.f.). *Los objetivos intercambiables*. Recuperado el 20 de julio de 2010. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=703>

Rey Saavedra, Patricio. (s.f.). Factor de corrección y los objetivos de las cámaras digitales. *Revista Fotomundo*. Recuperado el 14 de abril de 2010. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=691>

Rial, Darío. (s.f.). Consideraciones prácticas sobre objetivos. *Revista digital Fotomundo*. Recuperado el 5 de mayo de 2011. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php/tecnica/toma-y-realizacion/640-consideraciones-practicas-sobre-objetivos.html>

Rodney, Andrew. (2005, agosto). What is Light, What is Color? [¿Qué es la luz? ¿qué es el color?], *The Goods, Color Management*. Recuperado el 4 de abril de 2011, del sitio web de Professional Photographer http://www.ppmag.com/reviews/200508_rodneycm.pdf

Rodney, Andrew. (2005, diciembre). The Color of White, White Point and Color Temperature [El color del blanco, punto blanco y temperatura de color], *The Goods, Color Management*. Recuperado el 21 de septiembre de 2011, del sitio web de Professional Photographer http://www.ppmag.com/reviews/200512_rodneycm.pdf

Rodríguez, Alberto. (s.f.). *Espacios de color sRGB y RGB 1998*. Revista Fotomundo, no 461. Recuperado el 23 de julio de 2008. Disponible en <http://www.fotomundo.com/nota.php?id=666>
En marzo de 2012 en <http://www.fotomundo.com/index.php/tecnica/toma-y-realizacion/367-espacios-de-color-srgb-y-adobe-rgb-1998.html>

Rodríguez, Hugo. (s.f.a). *Tablas*. Recuperado el 10 de noviembre de 2011. Disponible en <http://www.hugorodriguez.com/>

Rodríguez, Hugo. (s.f.b). *Comparativa digital vs película*. Recuperado el 14 de marzo de 2007. Disponible en http://www.hugorodriguez.com/articulos/digital_vs_pelicula_01.htm

Rodríguez, Hugo. (2008). *¿Cartas de color que son y para que sirven?* Consultado el 17 de noviembre de 2011. Disponible en http://www.hugorodriguez.com/articulos/cartas_color_01.htm

Rojas Paredes, Laura. (2007). Cámara oscura. *Luces de la ciudad, memorias de un instante*. Recuperado el 2 de julio de 2006, del sitio web de Red Escolar SEP-ILCE. Disponible en http://redescolar.ilce.edu.mx/redescolar/act_permanentes/luces_de_la_ciudad/Memorias/fotografia/camaraos.htm

Roper, David y Rosenzweig, Michael. (2011) *Electromagnetic Spectra of Light Bulbs*. Recuperado el 14 de noviembre de 2012. Disponible en: <http://www.roperld.com/science/electromagneticspectraoflightbulbs.pdf>

Rosso, Paco. (2010). *Reproducción de obras de arte*. Curso de fotografía 2010 -2012, consultado el 12 de marzo de 2012. Disponible en http://www.pacorosso.net/tecnica/cursofoto/af_reproducciones.pdf

Roura, Alberto. (2011). Distancias focales y ángulos de visión. *El fotómetro digital*. Recuperado el 4 de junio de 2011. Disponible en http://www.albertoroura.com/blog_fotografia/?p=60

Saddington, Roger. (2003). *The Quick & Easy Guide to Photographing your Artwork*. [La rápida y fácil guía para fotografiar tu obra artística]. Cincinnati, Ohio: North Light Books.

Sánchez Muñoz, Gustavo. (2011). *Glosario gráfico*. Recuperado el 10 de julio de 2011. Disponible en <http://www.glosariografico.com/>

Sánchez Ruiz, Gerardo. (2004). *Guía de investigación para niños interesados en problemas urbanos y en otras cuestiones*. México D.F.: Universidad Autónoma Metropolitana.

Schaeffer, Jean-Marie. (1990). *La imagen precaria*. Madrid: Cátedra.

Schommer, Alberto. (1988). *La vida en los museos*, Barcelona: Lunwerg.

Schwartz, Hillel. (1998). *La cultura de la copia: parecidos sorprendentes, facsímiles insólitos*. Madrid: Cátedra. (Trabajo original publicado en 1996).

Sey, José Antonio. (1999). *La fotografía puesta al alcance de todos*. [Facsimilar del original] Valencia: Librerías Paris-Valencia. (Obra original publicada en 1861).

Sine Patterns LLC. (2006). Recuperado el 5 de Marzo de 2007. Disponible en <http://www.sinepatterns.com/>

Smith, Abby. (1999). *Why Digitize?* [¿Para que digitalizar?]. Washington, D.C.: Council on Library and Information Resources.

Solórzano, Bibiana. (2005). *Perfiles y calibración en gestión de color para flujos de pre prensa digital dentro de la producción gráfica*. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco. México

Sontag, Susan. (2006). *Sobre la fotografía* (Gardini, Carlos. Trad.) (Obra original publicada en 1973)

Stevedigicams. (2012). Consultado el 14 de febrero de 2012. Disponible en <http://www.steves-digicams.com/>

Suárez, Hugo José. (2006). Walter Benjamin y la fotografía. *Revista Cuartoscuro*, número 78.

Tovar y de Teresa, Rafael. (1994, diciembre - 1995, enero). Patrimonio cultural de México. *México en el Tiempo*, 4. Recuperado el 30 de marzo de 2009. Disponible en <http://www.mexicodesconocido.com.mx/notas/5327-El-patrimonio-cultural-de-M%E9xico#>

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura]. (1972). *Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural*. Recuperado el 5 de junio de 2009, del sitio web del Centro de Información de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.cinu.org.mx/eventos/cultura2002/doctos/conv.htm>

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura] (1982). *Declaración de México sobre las políticas culturales*. Conferencia mundial sobre las políticas culturales. [Del 26 de julio - 6 de agosto de 1982.] Recuperado el 5 de junio de 2009 del sitio web de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Disponible en http://portal.unesco.org/culture/es/ev.php-URL_ID=12762&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura] (2002a). *La importancia del patrimonio cultural*. Recuperado el 16 de mayo de 2009, del sitio web del Centro de Información de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.cinu.org.mx/eventos/cultura2002/importa.htm>

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura] (2002b). *La UNESCO y la protección del Patrimonio Cultural*. Recuperado el 7 de agosto de 2009, del sitio web del Centro de Información de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.cinu.org.mx/eventos/cultura2002/unesco.htm>

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura]. (2002c). *Protección de los bienes culturales en caso de conflicto armado*. Recuperado el 5 de junio de 2009, del sitio web del Centro de Información de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.cinu.org.mx/eventos/cultura2002/doctos/conflictoconv.htm>

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura] (2005). *La preservación de nuestro patrimonio documental*. Programa memoria del mundo. Subcomité de tecnología. Recuperado el 21 de noviembre de 2009. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001256/125637s.pdf>

UNESCO [Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura] (2012). Sitio web del Centro de Información de las Naciones Unidas. Disponible en <http://www.cinu.org.mx>

El Universo. (2005). *Historia de la fotografía*. Recuperado el 1 de julio de 2006. Disponible en <http://www.eluniverso.com/especiales/2005/fotografiaDigital/historia.asp>

U.S. Department of Energy. (2006). *Energy Efficiency and Renewable Energy* [Energía, eficiencia y energía renovable] Recuperado el 21 de noviembre de 2009. Disponible en <http://www.energy.gov/>

Videla, Doifel. (s.f.). Detrás de la lupa: ¿pintores o fotógrafos?, primera parte. *ZonaZero*. Recuperado el 30 de junio de 2006. Disponible en <http://www.zonezero.com/magazine/articles/doifel/doifelsp.html>

Virtual Version of National Museum of Iraq not the Real Thing! (2010). Recuperado el 14 de octubre de 2010. Disponible en <http://www.mud-brick.com/2010/04/nmi/>

Waters, Donald y Garrett, John. (1996). *Preserving Digital Information, Report of the Task Force on Archiving of Digital*. [Preservando Información digital, reporte de la fuerza de tarea en archivos digitales] Information, commissioned by The Commission on Preservation and Access and The Research Libraries Group. Recuperado el 2 de diciembre de 2010. Disponible en <http://www.clir.org/pubs/abstract/pub63.html>

Westin, Stephen. (2010). *ISO 12233 Test Chart*. Recuperado el 14 de diciembre de 2010 del sitio Web del Program of Computer Graphics de la Cornell University. Disponible en <http://www.graphics.cornell.edu/~westin/misc/res-chart.html>

Wikipedia, the free encyclopedia. (s.f.a). *Photographic proceses*. [Procesos fotográficos]. Recuperado el 14 de junio de 2006. Disponible en http://en.wikipedia.org/wiki/Photographic_process

Wikipedia, the free encyclopedia. (s.f.b). *Photography*. [fotografía] Recuperado el 30 de junio de 2006. Disponible en <http://en.wikipedia.org/wiki/Photography>

Wikipedia, the free encyclopedia. (s.f.c). *CCD*. Recuperado el 1 de diciembre de 2006. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Ccd>

Wikipedia, the free encyclopedia. (s.f.d). *Sensor CMOS*. Recuperado el 1 de diciembre de 2006. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_CMOS

Woeste, Harold. (2009). *Mastering Digital Panoramic Photography*. [El dominio de la fotografía digital panorámica] CA, EUA: Rockynook.

Wolinsky, Cary. (1999, julio). En busca del color. *National Geographic*. Vol. 5, núm. 1, pp 72-93.

X-Rite Incorporated. (2012). Recuperado el 2 de enero de 2010. Disponible en <http://www.xrite.com/home.aspx>

Zona 10. (2002). *Fuentes artificiales de iluminación*. Recuperado el 18 de febrero de 2007. Disponible en <http://www.zona10.com.mx/archivos/iluminacion/fuentes%20artificiales%20de%20iluminacion.htm>

Zügge, Hannfried. (s.f.). Acromático, Apocromático, Superacromático. ¿Cuál es la diferencia? *Revista Fotomundo*. Recuperado el 11 de febrero de 2007. Disponible en <http://www.fotomundo.com/index.php?y=notas2&id=731> En marzo de 2012 en <http://www.fotomundo.com/index.php/tecnica/toma-y-realizacion/630-acromatico-apocromatico-superacromatico-icual-es-la-diferencia-.html>

ANEXO 1

**MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA INTEGRACIÓN DE METADATOS EN IMÁGENES
DIGITALES DEL PROYECTO LA PINTURA MURAL PREHISPÁNICA EN MÉXICO**

Basado en la norma IPTC Core 1.1 (julio 2010)

Versión 1.0, agosto 2012

Elaborado por:

Ricardo Alvarado Tapia
María de Jesús Chávez Callejas
Teresa del Rocío González Melchor
Eumelia Hernández Vázquez
Patricia Peña González

Colaboración de:

Pedro Ángeles Jiménez
Lourdes Padilla
Tania Ixchel Pérez González

**Proyecto La pintura mural prehispánica en México, Archivo Fotográfico,
Laboratorio de Arte, Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM.**

INFORMACIÓN SOBRE EL CREADOR

Creador (Creator)

En este campo se escribe el nombre de la(s) persona(s) o institución responsable de la creación de la fotografía.

Cuando se digitalice material fotográfico analógico, se debe escribir en segundo término el nombre de la persona que digitalizó. En el caso de la reproducción de documentos, dibujos, planos, obras de arte sólo se escribe el nombre de la persona que digitaliza.

Cuando el creador es desconocido se escribe desconocido.

El nombre del fotógrafo puede o no coincidir con el autor de la obra (dibujante, arquitecto, ilustrador, etc.), los datos de éste último se consignan en el campo de derechos de autor (copyright notice).

Nota: Este campo no es compatible con el uso de comas o punto y coma, como separador. Para el caso de varios creadores separar con diagonal (/).

Sintaxis: Nombre + apellido 1 + apellido 2 / Nombre + apellido 1 + apellido 2

Cargo o título (Job title)

En este campo se escribe la profesión u oficio de la persona que creó la fotografía, cuando se digitalice material analógico, se debe incluir en segundo término la palabra “digitalizador” entre paréntesis. Cuando se desconozca la profesión del autor, se debe escribir fotógrafo.

Sintaxis: Fotógrafo / Historiador (Digitalizador)

Dirección (Address)

En este campo se debe ingresar el domicilio de la persona, institución u organización responsable de la creación del objeto digital. Cuando el objeto digital ha sido creado bajo el contexto de trabajo institucional, los derechos los detenta la institución para la cual se realizó el trabajo, por lo tanto se incluirá la dirección de la institución.

Nota 1: Se recomienda sólo poner direcciones institucionales por razones de seguridad y privacidad.

Nota 2: No usar abreviaturas.

Sintaxis: Nombre de la dependencia, nombre de la institución, calle, número y colonia.

Ciudad (City)

En este campo se escribe el nombre de la delegación o municipio de la persona, institución u organización responsable de la creación del objeto digital.

Estado / Provincia (State/Province)

En este campo se escribe el nombre de la entidad donde reside o se encuentra la persona, institución u organización responsable de la creación del objeto digital.

Nota: No usar abreviaturas.

Código postal (Postal code)

En este campo se ingresa el código postal del lugar de residencia de la persona, institución u organización responsable de la creación del objeto digital.

País (Country)

Escribir el nombre completo del país donde reside la persona, institución u organización responsable de la creación del objeto digital.

Teléfonos (Phones)

Ingresar los números telefónicos de contacto; si son varios deben ir separados por una coma.

Sintaxis: clave del país + (clave regional) + número de teléfono + extensión si es necesario

Correo electrónico (email)

Ingresar el correo electrónico del área de la dependencia que produjo el objeto digital y el responsable de las imágenes o del administrador del archivo.

Nota: Si son varias direcciones deben ir separadas por una coma.

Dirección web (website)

Escribir la dirección del sitio web de la persona, institución u organización que resguarda el objeto digital.

Nota: Si se incluyen varias direcciones debe separarse por una coma.

INFORMACIÓN SOBRE LA IMAGEN

Titular o encabezado (Headline)

En este campo se escribe en una frase el resumen del contenido de la imagen, a manera de titular de periódico que describa brevemente lo que se ve.

Nota 1: En caso de que las imágenes sean de pintura mural se recomienda escribir “pintura mural prehispánica”; para cerámica, “cerámica prehispánica”; cuando sean de arquitectura, “arquitectura prehispánica”; para vistas generales, “zona arqueológica más el nombre del sitio”; cuando se trate de planos arquitectónicos (plantas, fachadas, perspectivas, alzados, etc.), “tipo de plano y el nombre de la zona arqueológica.”

Nota 2: Para imágenes de estudio técnico se sugiere poner el título de la obra seguido del tipo de estudio de imagen que se hizo: infrarrojo, ultravioleta, rayos X, visible, microscopía, fluorescencia de rayos X, RAMAN, microscopio electrónico de barrido, etc.

Sintaxis: Tipo de obra + título de la obra + estudio técnico.

Descripción (Description)

Este es un campo de texto libre para describir el qué o quién, cuándo, dónde, cómo de lo que se ve en la imagen, de lo general a lo particular. Se deben describir las acciones y nombres de las personas que aparecen en la fotografía.

En caso de tratarse de material analógico se integrarán los datos técnicos del original. Para los archivos digitales derivados de otro archivo digital, se debe incluir el formato de la fuente original.

Nota 1: Separar cada uno de los rubros por punto y aparte y comas en el mismo tema.

Nota 2: Además de la información abajo descrita, se podrán incluir los datos que se consideren importantes para la descripción de la imagen o su soporte a juicio del que describe.

Sintaxis:

1. Descripción general de la imagen. Se hará por jerarquía de los elementos que se observan en la imagen, debe ser simple, breve y narrativa.

a) Objeto: fragmento, pintura mural, plato, cajete, brasero, vaso, máscara, escultura, edificio, etc.

b) Técnica: fresco, madera, piedra, policromo, rojo sobre blanco.

c) Figuras representadas: figura humana, ave, planta, figura zoomorfa, figura fitomorfa, grecas, etc.

d) Posición de las figuras representadas: frontal, perfil, tres cuartos, sedente, descendente o planta, perspectiva, etc

e) Acción: procesión de personajes, en batalla, tocando instrumentos, nadando, remando, esparciendo, etc.

f) Nombre con el que se conoce el lugar, objeto o figura representada en la imagen: Parque de los Venados, Diablo enchilado, Diosas verdes, Tlaloc negro, etc.

g) Personas, animales o plantas: la descripción se hará de izquierda a derecha y de arriba a abajo.

2. Lugar de donde procede, se ubica o que se representa en el objeto fotografiado

Sintaxis: se describirá de lo general a lo particular: zona, grupo o conjunto, estructura, subestructura, fachada, cornisa, alfarda, muro, etc.

3. Temporalidad

4. Encuadre: vista aérea, vista panorámica, vista general, detalle o macro detalle.

5. Ángulos de visión: aérea, frontal, lateral, picada, contrapicada, cenital, nadir y holandés.

Aéreo. La cámara se sitúa por encima del objeto a una distancia considerable.

Frontal. La cámara se sitúa frente al objeto, a su altura media.

Picada. La cámara se sitúa en ángulo oblicuo superior por encima de la altura media del objeto.

Contrapicada. La cámara se sitúa en ángulo oblicuo inferior por debajo de la altura media del objeto.

Cenital. La cámara se sitúa perpendicularmente por encima del objeto.

Nadir. La cámara se sitúa perpendicularmente por debajo del objeto.

Holandés. La cámara está girada lateralmente respecto al objeto.

6. Conjunto de imágenes

Sintaxis:

a) Cuando las imágenes se tomaron para formar un panorama se incluye alguna de las siguientes leyendas:

Imágenes tomadas para formar panorama

Imágenes digitalizadas para formar panorama

b) Cuando la imagen está formada por varias tomas se incluye la siguiente leyenda:

Panorama formado por # imágenes

7. Tipo de documento: Fotografía, dibujo, plano, libro, revista, reporte, documento, informe, etc.

8. Datos técnicos para materiales analógicos

a) Fotografías.

Técnica: Daguerrotipo, albúmina, ambrotipo, etc.

Orientación tonal: positivo o negativo

Soporte: acetato, papel, vidrio, etc.

Marca y modelo: Kodak Ektachrome; Fuji, Velvia, etc. Ilford multigrado FB Warmtone.

ISO: 100, 200, 400, etc.

Color: color, blanco y negro, sepia, virados, etc.

Medidas: 35mm., 4 x 5 pulgadas, 5 x 7 pulgadas, 8 x 10 pulgadas; en el caso de que sean 120 poner el tamaño en cm (6 x 6 cm o 6 x 7 cm).

b) Dibujos.

Técnica y soporte: grafito sobre papel, acuarela con grafito sobre cartulina ilustración, lápiz de color sobre papel, tinta china sobre papel albanene, plumón y grafito sobre herculene, plotter sobre bond, etc.

Color: a línea, monocromo y color

Medidas en centímetros.

Mencionar si forma parte de una serie.

c) Impresos (libros, revistas, reportes, documentos, informes, etc.)

Tipo de impresión: offset, serigrafía, litografía, etc.

Color: color, monocromo y blanco y negro.

Medida total del impreso en centímetros.

Ficha bibliográfica o hemerográfica completa.

9. Datos técnicos para materiales de origen digital

Sintaxis: original + tipo de formato (.cr2, .nef, .tif, etc.)

10. Datos para imágenes de estudio técnico

Se sugiere poner el título de la obra seguido del tipo de estudio de imagen que se hizo:

Infrarrojo, Ultravioleta, Rayos X, Luz visible, Microscopía, Fluorescencia de rayos X, RAMAN, Microscopio electrónico de barrido, etc.

11. Colección y archivo

Es importante señalar cuando el objeto forme parte una colección o de un archivo.

12. Exposiciones temporales.

Sintaxis: Nombre de la exposición, año, museo, ciudad y país.

Palabras clave (Keyword)

En este campo se escriben los términos o frases que expresan el tema y contenido de la imagen. Puede ser texto libre; no necesariamente tomado de un thesaurus.

Nota: Se puede ingresar cualquier número de palabras u oraciones que no superen los 64 caracteres separados por una coma o punto y coma. No incluir acentos ni puntos.

Sintaxis:

Arte prehispánico, género artístico (arquitectura, pintura mural prehispánica, escultura, cerámica), color (bicromo, policromo, rojo sobre negro) objeto (plato, cajete, brasero, vaso, máscara, mascarón, fachada, crestería, cornisa, friso, jamba, tapa de bóveda,

etc.), nombre de personas, nombre del personaje (personaje 2), nombre del mural (Mural del Talocan), estructura, grupo o conjunto, nombre de la zona arqueologica (solo el nombre de la zona sin las palabras "zona arqueologica"), nombre del museo o bodega, area cultural, cronologia, estado, pais.

Códigos IPTC (IPTC Subject Code)

En este campo se ingresan los códigos IPTC que identifican el tema general de la imagen. Cada código se representa como una cadena de 8 dígitos. Ver en el anexo 1 los códigos seleccionados que se pueden aplicar a las imágenes sobre arte.

Nota: Texto completo disponible en <http://cv.iptc.org/newscodes/subjectcode>

Sintaxis: Código de 8 dígitos, Código de 8 dígitos, Código de 8 dígitos (nombre del código, nombre del código, nombre del código).

Autor de la descripción (Description Writer)

En este campo se integra el nombre de quien o quienes escriben o crean los metadatos; cuando se modifican se agrega la palabra editó y el nombre de quién lo hizo.

Sintaxis: Nombre + apellido 1 + apellido 2 / Editó + Nombre + apellido 1 + apellido 2

Fecha de creación de la imagen (Data Created)

En este campo se ingresa la fecha de creación del material original, es decir, la fecha en la que se realizó la toma, no la fecha de digitalización o edición. Si de origen es digital se recomienda dejar vacío este campo ya que esta información se puede ver en el exif.

Nota 1: En el caso de no contar con la referencia del día y del mes, ingresar 01 para ambos datos.

Nota 2: Verificar que la sintaxis corresponda con la manera en que el programa guarda la fecha.

Sintaxis: dd/mm/aaaa

Género intelectual (Intellectual genere)

Utilice este campo para describir el "tipo" de uso que cumple una imagen en cuanto a sus características intelectuales.

Sintaxis: Historia, historia del arte, arte prehispánico.

Código iptc de la escena (IPTC Scene)

Este campo se usa para incluir el código "IPTC, Escena-NewsCodes" que identifica el tipo de toma fotográfica. Sólo se deben introducir los valores de la escena IPTC del vocabulario controlado.

Cada código se representa como una cadena numérica de 6 dígitos. Ver los códigos que se pueden aplicar a las imágenes de arte.

Nota: Texto completo disponible en <http://www.newscodes.org/> y <http://cv.iptc.org/newscodes/scene>

Sintaxis: Código de 6 dígitos, Código de 6 dígitos (nombre del código, nombre del código)

Sublocalización (Sublocation)

En este campo se escribe el nombre del lugar donde se localiza lo que se muestra en la imagen. Puede ser el nombre de un lugar dentro de una ciudad: colonia, barrio, rancho, pueblo o zona arqueológica; un edificio, monumento, museo, bodega, archivo, etc.

Para imágenes cuyo contenido se encuentra en museos, archivos, monumentos o edificios (pintura mural, retablos, elementos arquitectónicos, obra de caballete, cerámica, escultura, etc.), la sublocalización responderá al nombre del edificio o institución donde se encuentran dichos materiales.

Para imágenes cuyo contenido es arquitectura (museos, archivos, monumentos, edificios, conventos, Iglesias, estructuras arqueológicas, etc.), la sublocalización responderá al nombre del barrio, colonia, población, ranchería o zona arqueológica donde se localiza.

Nota: Se considera sublocalización, el cuarto nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Primer Nivel: País

Segundo Nivel: Estado

Tercer Nivel: Municipio o delegación

Cuarto Nivel: Colonia, barrio, zona arqueológica; nombre del edificio, museo, archivo o monumento.

Ciudad (City)

Este campo se utiliza para consignar el nombre del municipio o delegación donde se localiza lo que se muestra en la imagen.

Nota: Se considera ciudad, el tercer nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Estado / Provincia / Departamento (State / Province)

En este campo se escribe el nombre de la subregión del país donde se localiza lo que se muestra en la imagen.

Nota: Se considera Estado / Provincia / Departamento, el segundo nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

País (Country)

En este campo se escribe el nombre del país donde se localiza lo que se muestra en la imagen.

Nota 1: No se deben utilizar abreviaturas, ni códigos.

Nota 2: Se considera país el primer nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Clave de País (ISO Country Code)

En este campo se escribe el código del país donde se localiza lo que se muestra en la imagen.

Se debe utilizar el estándar internacional ISO 3166, se recomienda el de dos letras (ISO 3166-2).

Nota 1: Los códigos se escribirán en mayúsculas.

Nota 2: Para el caso de México se escribe MX.

Nota 3: los códigos se pueden consultar en: <http://www.iso.org/iso/en/prods-services/iso3166ma/02iso-3166-code-lists/list-en1.html>

Título (Title)

Nombre asignado al objeto digital. Se puede incluir el nombre mediante un botón en el panel del IPTC en File Info de Photoshop.

Nota: Para el Proyecto la pintura mural prehispánica en México, aún no utilizar este campo hasta que no se tenga definido el nombre de los objetos digitales

Identificador de Trabajo (Job Identifier)

Este elemento no se incluye

Instrucciones (Instructions)

Este campo es de texto libre y se utiliza para incluir información que permita mantener el archivo original, asegurar su calidad y el buen uso de la imagen. Se puede incluir cualquier número de instrucciones del creador o proveedor hacia el receptor de la imagen: envíos, restricciones adicionales no incluidas en el campo de uso de derechos, información relacionada con la captura de la imagen (marca y modelo del dispositivo de captura, espacio de color, tipo de iluminación, temperatura de color de la iluminación incidente, características de la digitalización, etc) y cualquier información necesaria para su uso o reproducción.

Nota 1: Separar cada instrucción con punto y aparte.

Nota 2: A la fecha no se puede actualizar el formato RAW, se recomienda revisar esta situación en un futuro.

Sintaxis:

1. Fecha de migración del soporte de almacenamiento (5 años después de su adquisición).

2. Fecha de actualización del formato digital (5 años después de haber sido generado o actualizado).

3. Información sobre la captura:

a) Escáner. Marca y modelo, espacio de color, porcentaje de tamaño de digitalización con relación al original, resolución espacial, profundidad de bits, lineatura.

b) Cámara analógico. Marca, modelo, exposición

c) Lente analógico. Marca, modelo, distancia focal, filtros

d) Iluminación. Tipo de iluminación, accesorios (Cajas de luz, paraguas, filtros, etc).

4. Otras instrucciones

INFORMACIÓN SOBRE DERECHOS

La descripción de los siguientes campos se realizó considerando que las imágenes han sido generadas por personal académico (investigadores y técnicos académicos), del Instituto de Investigaciones Estéticas de la Universidad Nacional Autónoma de México, y para tal efecto dicha institución posee los derechos.

Créditos (nota de crédito) (Credit Line)

Este campo es de texto libre y se utiliza para describir cómo se debe dar el crédito a la persona, institución u organización cuando la imagen es publicada. Considerando que las imágenes han sido creadas bajo el contexto de trabajo institucional, los derechos los detenta la institución para la cual se realizó el trabajo (Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM). Sin embargo, se recomienda incluir en la leyenda de créditos el nombre del fotógrafo, año de creación de la imagen, Dependencia en la que labora el creador de la imagen y área o departamento de adscripción del creador de la imagen.

Nota 1: Para separar cada término se usará coma (,).

Nota 2: Este campo es compartido con el campo “Crédito” del panel Origen de Adobe File Info.

Sintaxis: Nombre del fotógrafo, año de creación de la imagen, DR ©, área o departamento, dependencia, nombre de la institución.

Origen (Source)

Este campo se utiliza para identificar al propietario original de los derechos de la fotografía. Considerando que las imágenes han sido creadas bajo el contexto de trabajo institucional, los derechos autor los detenta el fotógrafo y la institución para la cual se realizó el trabajo (Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM).

Cuando no exista la certidumbre de que la institución posee los derechos sobre las imágenes, sólo se deberá incluir el nombre del fotógrafo.

Nota 1: La información de este campo no debe ser reemplazada una vez que ha sido consignada.

Nota 2: Este campo corresponde al campo “Fuente” del panel Origen de Adobe File Info.

Nota 3: Separar las palabras y diagonales con espacios en blanco.

Sintaxis: fotógrafo / Institución

Aviso de derechos (Copyright Notice)

En este campo se debe incluir toda la información relacionada sobre los derechos de la imagen. Cuando las imágenes han sido creadas bajo el contexto de trabajo institucional, los derechos

los detenta la institución para la cual se realizó el trabajo (Instituto de Investigaciones Estéticas, UNAM). Sin embargo, también se deberá incluir información acerca de los derechos de propiedad intelectual, derechos de autor y año de la primera publicación (incluir también la fecha de publicaciones posteriores). Cuando no exista la certidumbre de que la institución posee los derechos sobre las imágenes, sólo se deberá incluir el nombre del fotógrafo.

Nota: En el caso de proyectos subsidiados se debe poner el nombre y número de proyecto.

Sintaxis: Año de la primera publicación, nombre de quien detenta la propiedad intelectual (fotógrafo), Área o departamento de adscripción del fotógrafo, dependencia, nombre de la institución que detenta los derechos.

Estado de copyright (Copyright Status)

Este campo indica el estatus del copyright. Todas las imágenes resguardadas por el Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, poseen algún tipo de derechos por lo que se debe asignar la etiqueta de Derechos reservados.

Sintaxis: Derechos reservados

Condiciones de uso (Rights Usage Terms)

Este campo es de texto libre y se utiliza para proporcionar las instrucciones sobre el uso legal de la imagen, es decir, se detallan los términos de uso y reproducción.

El texto debe ser claro e indicar si la imagen se provee sólo para consulta o reproducción. Además, se debe incluir información referente a las instancias que poseen jurídicamente la facultad de gestión y derechos para cualquier trámite relacionado con el recurso.

Información más precisa acerca del autor o del propietario de los derechos de reproducción de la imagen, se debe indicar en los campos referentes a los derechos (Source, Copyright Notice).

Sintaxis para el proyecto “La pintura mural prehispánica en México”:

Solicitar permiso al Instituto Nacional de Antropología e Historia y al Instituto de Investigaciones Estéticas de la Universidad Nacional Autónoma de México. Dar créditos fotográficos. Donar un ejemplar de la publicación a la biblioteca del Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM.

IPTC EXTENSION 1.1

Personas mostradas en la imagen (Person shown in the image)

En este campo se escribe el nombre de la o las personas que se ven en la imagen.

Nota: Cuando se registre más de una persona, separar los nombres con coma (,).

Sintaxis: Nombre + Apellido 1 + Apellido 2, Nombre + Apellido 1 + Apellido 2

Localización geográfica

Este grupo de campos sobre la información de la localización geográfica se refiere al lugar desde donde se tomó la foto y al lugar que se muestra en la foto (que pueden ser diferentes). El orden de los campos va de lo particular a lo general.

Localización desde donde la imagen fue creada (Location in wich the image was created)

En este conjunto de campos se registra la información del lugar desde donde fue tomada la imagen. Si la localización mostrada en la imagen difiere de la localización donde fue creada la foto, se debe usar el conjunto de campos correspondiente a Localización mostrada en la imagen.

Jerarquía de localización geográfica

Primer Nivel: continente

Segundo Nivel: País

Tercer Nivel: Estado

Cuarto Nivel: Municipio o Delegación

Quinto nivel: Colonia, barrio, zona arqueológica; nombre del edificio, museo, archivo o monumento.

Sublocalización (Sublocation)

En este campo se escribe la sublocalización donde la imagen fue creada, puede ser el nombre específico de una área dentro de una ciudad o el nombre conocido de una localidad. Montaña, rancho, barrio, colonia, pueblo o zona arqueológica; un edificio, monumento, museo, bodega, archivo, etc.

Nota: Se considera sublocalización, al quinto nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Ciudad (City)

Este campo se utiliza para consignar el nombre del municipio o delegación donde la imagen fue creada.

Nota 1: Se omitirán los términos “delegación o municipio”.

Nota 2: Se considera ciudad, el cuarto nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Estado / Provincia / Departamento (State / Province)

En este campo se escribe el nombre de la subregión del país donde la imagen fue creada.

Nota: Se considera subregión a: Estado / Provincia / Departamento, el tercer nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

País (Country)

En este campo se escribe el nombre del país donde la imagen fue creada.

Nota 1: No se deben utilizar abreviaturas, ni códigos.

Nota 2: Se considera país el segundo nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Clave de País (ISO Country Code)

En este campo se escribe el código del país donde la imagen fue creada. Se debe utilizar el estándar internacional ISO 3166, se recomienda el de dos letras (ISO 3166-2).

Nota 1: Los códigos se escribirán en mayúsculas.

Nota 2: Para el caso de México se escribe MX.

Nota 3: los códigos se pueden consultar en: <http://www.iso.org/iso/en/prods-services/iso3166ma/02iso-3166-code-lists/list-en1.html>

Región del Mundo (World Region)

En este campo se escribe el nombre de la región del mundo donde la imagen fue creada.

Nota: Se considera primer nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo, al Continente o Subcontinente.

Localización mostrada en la imagen (Location shown in the image)

En este conjunto de campos se registra la información del lugar mostrado en la imagen. Cuando el lugar mostrado en la imagen no coincida con el lugar desde donde fue tomada la foto, debe contener datos diferentes a los del conjunto de campos Localización desde donde la imagen fue creada. Si ambas localizaciones son el mismo lugar se repite la información.

Jerarquía de localización geográfica

Primer Nivel: continente

Segundo Nivel: País

Tercer Nivel: Estado

Cuarto Nivel: Municipio o Delegación

Quinto nivel: Colonia, barrio, zona arqueológica; nombre del edificio, museo, archivo o monumento.

Sublocalización (Sublocation)

En este campo se escribe la sublocalización mostrada en la imagen, puede ser el nombre específico de una área dentro de una ciudad o el nombre conocido de una localidad. montaña, colonia, barrio, rancho, pueblo o zona arqueológica; un edificio, monumento, museo, bodega, archivo, etc.

Nota: Se considera sublocalización, al quinto nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Ciudad (City)

Este campo se utiliza para consignar el nombre de la ciudad, municipio o delegación mostrada en la imagen.

Nota 1: Se omitirán los términos “delegación o municipio”.

Nota 2: Se considera ciudad, el cuarto nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Nota 3: En el caso en el que la localización mostrada en la imagen esté dentro de un municipio o delegación y de una ciudad, ambas entidades deben ser incluidas.

Estado / Provincia / Departamento (State / Province)

En este campo se escribe el nombre de la subregión del país mostrada en la imagen.

Nota: Se considera subregión a: Estado / Provincia / Departamento, el tercer nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

País (Country)

En este campo se escribe el nombre del país que corresponde al lugar mostrado en la imagen.

Nota 1: No se deben utilizar abreviaturas, ni códigos.

Nota 2: Se considera país el segundo nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo.

Clave de País (ISO Country Code)

En este campo se escribe el código del país que corresponde al lugar mostrado en la imagen. Se debe utilizar el estándar internacional ISO 3166, se recomienda el de dos letras (ISO 3166-2).

Nota 1: Los códigos se escribirán en mayúsculas.

Nota 2: Para el caso de México se escribe MX.

Nota 3: los códigos se pueden consultar en: <http://www.iso.org/iso/en/prods-services/iso3166ma/02iso-3166-code-lists/list-en1.html>

Región del Mundo (World Region)

En este campo se escribe el nombre de la región del mundo que corresponde al lugar mostrado en la imagen.

Nota: Se considera primer nivel de la jerarquía geográfica de arriba hacia abajo, al Continente o Subcontinente.

Metadatos de objetos artísticos patrimoniales (Artwork Object/Cultural Heritage Metadata)

Arte u objetos en la imagen (Artwork or objects in the image)

En este conjunto de campos se registra la información acerca de obras de arte u otros objetos mostrados en la imagen que pueden tener derechos de propiedad intelectual como pinturas, esculturas y otras formas de arte.

Título (Title)

En este campo se escribe el nombre de referencia o el título de la o las obras de arte u objetos mostrados en la imagen.

Nota: No confundir este campo con el campo Título del IPTC Core e IPTC-IIM metadata.

Fecha de creación (Data created)

En este campo se registra la fecha (opcionalmente la hora) en que fue creada la obra de arte u objetos mostrados en la imagen.

Nota 1: Para fechas históricas que no se apeguen al formato DD/MM/AAAA se deben registrar en el campo descripción del IPTC Core.

Nota 2: No confundir este campo con el campo Fecha de creación del IPTC Core e IPTC-IIM metadata.

Sintaxis: DD/MM/AAAA - HH:MM

Creador (Creator)

En este campo se consigna el nombre del artista que creó la obra de arte o los objetos mostrados en la imagen. En caso de no identificar al creador de la obra se pondrá el nombre de la institución que resguarda el bien.

Origen (source)

En este campo se escribe el nombre de la institución que ha registrado en su inventario la obra de arte u objeto mostrado en la imagen.

Número de inventario (Source inventory number)

En este campo se registra el número de inventario o de registro asignado por la institución que resguarda la obra de arte u objeto mostrado en la imagen.

Aviso de derechos (Copyright Notice)

En este campo se debe incluir la información necesaria para reclamar los derechos de propiedad intelectual de la obra de arte u objetos mostrados en la imagen y debe ser identificado el actual poseedor de los derechos patrimoniales.

Tipo de origen digital (Digital Source Type)

En este campo se elige el valor que indica la forma en que fue creado el archivo digital.

Nota: La referencia de estos valores puede ser encontrada en: <http://cv.iptc.org/newscodes/digitalsourcetype/>

CURRICULUM VITAE

Ricardo Alvarado Tapia, mexicano.

Licenciado en Diseño Gráfico, Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM, 2002

Especialidad en Diseño, línea nuevas tecnologías, UAM Azcapotzalco, 2005

Diplomados Universitarios en computación aplicada e Imagen Digital, Universidad Iberoamericana, 1994 y 1999.

Cursos y seminarios tomados sobre arte, fotografía y cómputo, 1994 a la fecha.

Conferencias y ponencias nacionales e internacionales impartidas en relación a la imagen, fotografía y digitalización, desde 1994 a la fecha.

Asistencia a coloquios y congresos nacionales e internacionales, dentro de los que destacan los Coloquios internacionales de Historia del Arte del IIEs, UNAM, 1995 a la fecha.

Publicaciones de artículos en memorias, libros y revistas nacionales e internacionales.

Fotografías publicadas en libros, revistas, boletines y folletos.

Diseñador Gráfico en el área de Multimedia de Grupo Corporativo de Consultoría de México, una compañía IBM, 1997 - 1998.

Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, 1994 a la fecha

- Proyecto “La pintura mural prehispánica en México”, 1994 - 2112
- Coordinador del Laboratorio de hipermedios, 2008 a 2010.
- Técnico Académico Titular “B” adscrito al Archivo Fotográfico “Manuel Toussaint”.

He participado en más de 70 trabajos de campo en zonas arqueológicas, museos, conventos y varios recintos en la República mexicana para llevar a cabo registro fotográfico de murales, prehispánicos, coloniales y modernos, así como de otro tipo de obras de arte desde 1994 a la fecha.

GLOSARIO

Aberración. Del latín *ab errare*, ab, fuera, errare, errar; es decir, apartarse del camino, desviarse o extraviarse (García. 2007, p. 5).

Acutancia. Es la rapidez con la que se pasa del negro puro al blanco puro, pudiendo ocurrir que entre ambas zonas haya un gris de transición, cuanto mayor sea el gris menor será la acutancia. En el medio digital la acutancia es típicamente mayor que en el medio fotoquímico, y las imágenes dan una sensación de nitidez más marcada. La explicación está en la difusión de la luz al atravesar las distintas capas que forman la película fotosensible (García. 2007, p. 4).

Algoritmo. Juego de instrucciones de procesado o de trabajo que, gracias a su elevada precisión, se puede ejecutar independientemente mediante un dispositivo mecánico o electrónico (La Fotografía. 2013).

Altas luces. Parte más clara de la imagen, normalmente blancas o casi blancas (La Fotografía. 2013).

Brillo. Combinación de saturación y luminosidad de un color (I1Share V.1.4. 2004).

Byte. Paquete de datos binarios formado por 8 bits. Un byte puede representar valores entre 0 y 255. Puede representar 256 símbolos, números o colores. En el campo informático, tamaños mayores a los del byte son descritos usando la letra del prefijo para la abreviatura del exponente de 2 (La Fotografía. 2013).

Calibración. Proceso consistente en el ajuste de la configuración básica de un dispositivo (por ejemplo, un monitor) o de procesos (por ejemplo, impresión en offset) con arreglo a determinados valores, a fin de garantizar resultados uniformes y coherentes, independientemente del momento de la producción. Constituye la base para conseguir condiciones estables que permitan crear un perfil ICC y debe llevarse a cabo antes de la creación del perfil (I1Share V.1.4. 2004).

Color. El fenómeno del color se produce por la interacción entre una fuente luminosa, un objeto y un observador. Se pueden utilizar modelos matemáticos para cuantificar la fuente luminosa, los objetos y los observadores en función de la longitud de onda. Las fuentes se cuantifican como iluminantes o patrones de luz, los objetos son cuantificados mediante datos espectrales, y los observadores se cuantifican mediante funciones específicas de observador. Estos tres elementos pueden combinarse luego para calcular valores que corresponden a la forma en que el ojo humano responde a un color dado (I1Share V.1.4. 2004).

Copia. Procedimiento para la obtención de reproducciones fotográficas en las que interviene un sistema óptico y generalmente supone la producción de una imagen en formato distinto al original. Este cambio de dimensionalidad supone un alejamiento del sentido de integridad del original (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal, 2012).

Copia de seguridad. Es una representación del original, obtenida mediante procedimientos fotográficos convencionales o digitales, cuya función principal es la de preservar el contenido icónico del original (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal, 2012).

Copia de consulta. Reproducción destinada al usuario, permite el acceso a la información sin necesidad de acudir directamente al objeto original (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal, 2012).

Contraste. En fotografía, es la diferencia de la tonalidad con la que se registra, percibe o reproduce un par de líneas (García. 2007, p. 3).

Cuerpo negro/Radiador negro/Radiador de Planck. Es el radiador térmico ideal ya que ni se refleja luz ni se transmite. De hecho, la luz sólo se emite debido a su temperatura. En la práctica, se implementa utilizando un tubo de metal negro que se calienta. La luz penetra hacia el interior mediante una pequeña apertura y es muy parecido al cuerpo negro en cuanto a la composición. La composición espectral de la radiación que emite un cuerpo negro se describe por la ley de radiación de Planck. El flujo de radiación se describe mediante Boltzmann y la longitud de onda con la máxima radiación se define utilizando la ley de cambio de Vienna (I1Share V.1.4. 2004).

Cromático. Con color (tonalidad); no neutro (negro, blanco o gris) (I1Share V.1.4. 2004).

CIE Lab. (También se conoce como $L^*a^*b^*$ y Lab). Espacio cromático uniforme independiente de los dispositivos en el que los colores se encuentran dentro de un sistema tridimensional de coordenadas rectangulares. Las tres dimensiones son la luminosidad (L), la cualidad de rojo y verde (a) y la cualidad de amarillo y azul (b) (I1Share V.1.4. 2004).

Datos espectrales. Tanto la luz procedente de una fuente luminosa como la reflectada de un cuerpo se pueden dividir en componentes espectrales (longitudes de onda). La composición de estos componentes espectrales (datos espectrales o distribución espectral) caracterizan el color de la luz claramente (I1Share V.1.4. 2004).

Densidad. El grado de opacidad de un filtro, pigmento o emulsión fotográfica expuesta que absorbe la luz (La Fotografía. 2013).

Definición. Resultado del efecto combinado entre el poder de resolución, la nitidez, acutancia, granularidad, contraste y reproducción tonal obtenido mediante un sistema fotográfico determinado (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal. 2012).

Espacio de color específico de dispositivo. Define en función de cómo reproduce el color un dispositivo determinado. RGB y CMYK son espacios de color específicos de dispositivo (I1Share V.1.4. 2004).

Espacio de color independiente de los dispositivos. Espacio de color que puede utilizarse para describir todos los colores que percibe el ojo humano, independientemente de los colorantes utilizados para reproducir los colores con un dispositivo determinado (I1Share V.1.4. 2004).

Experimento. Creación y preparación de lotes de prueba que verifiquen la validez de las hipótesis establecidas sobre las causas de un determinado problema o defecto, objeto de estudio (Fundibeq, s.f. *Manual del diseño de experimentos*).

Gamma. Medida de contraste en la imagen digital, fotografía en película o papel, o técnicas de procesamiento (Campbell, A. 2000).

Histograma. Representación gráfica de datos usualmente en forma de barras. Algunos programas de edición de imágenes los utilizan para mostrar a cada nivel de brillo en una imagen digital, para dar una idea rápida del rango tonal y así saber si hay suficiente información para hacer correcciones (Campbell, A. 2000).

International Color Consortium. (ICC) Organización responsable de definir los estándares de color entre aplicaciones (Campbell, A. 2000).

Iluminancia. Flujo de luz por superficie (medido en lux), o simplemente el brillo de una superficie iluminada (I1Share V.1.4. 2004).

Iluminante. Fuente de luz definida espectralmente, descrita en la distribución espectral de poder (Spectral Power Distribution, SPD) (Rodney, A. 2005).

Índice de reproducción cromática (CRI). Indica la medida en la que la evaluación cromática utilizando una fuente luminosa corresponde con la evaluación utilizando luz estándar. Alcanza un valor máximo de 100, que representa la correspondencia completa de todos los colores utilizando ambos tipos de luz. El proceso matemático para calcular el CRI ha sido estandarizado por la CIE (I1Share V.1.4. 2004).

Interpolación. En el contexto de manipulación de imágenes, el aumento de la resolución de la imagen mediante la adición de nuevos píxeles, cuyos colores están basados en los píxeles colindantes (La Fotografía. 2013).

Luminosidad. Uno de los tres atributos del color, que permite diferenciar claridad de oscuridad (I1Share V.1.4. 2004).

Metamerismo. Efecto físico por el cual dos superficies que se aprecian del mismo color cuando son iluminadas con determinada fuente de luz, al cambiar la fuente de luz, se observan de diferente color (Diccionario de Física. 1992).

Metameros: Luces con diferentes distribuciones de longitudes de onda pero perceptualmente idénticas, parecen tener el mismo color si estimulan los receptores en las mismas proporciones (Goldstein. 1999, p. 143).

Moiré. Efecto generado por la superposición de dos o mas tramas.

Nanómetro. Una Diezmilmillonésima parte de un metro (Goldstein. 1999, p. 30).

Óptima: Sumamente bueno, que no puede ser mejor (Real Academia Española. 2012).

Tonalidad. Uno de los tres atributos del color, que permite distinguir el rojo del verde, el azul del amarillo, etc. (I1Share V.1.4. 2004).

Píxel. Acrónimo de “picture element” el componente más pequeño de una imagen digital, un punto de luz en un monitor (Campbell, A. 2000).

Profundidad de bits. Número de bits asignados a cada pixel en el monitor, scanner o archivo de imagen (Campbell, A. 2000).

Rango dinámico. Rango de diferencia tonal entre la parte más clara y la más oscura de una imagen. Cuanto más alto sea el rango dinámico, se pueden potencialmente representar más matices, a pesar de que el rango dinámico no se correlaciona en forma automática con la cantidad de tonos reproducidos. Por ejemplo, el microfilm de alto contraste exhibe un rango dinámico amplio, pero presenta pocos tonos. El rango dinámico también describe la capacidad de un sis-

tema digital de reproducir información tonal. Esta capacidad es más importante en los documentos de tono continuo que exhiben tonos que varían ligeramente, y en el caso de las fotografías puede ser el aspecto más importante de la calidad de imagen (Kenney, Anne R. 2002).

Metodología. Ciencia del método. Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica o en una exposición doctrinal (Real Academia Española. 2012).

Método. Modo de decir o hacer con orden. Procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla (Real Academia Española. 2012).

Nitidez. Esta determinado por la mayor o menor exactitud en la representación de los contornos de las formas de la imagen. Mientras que la resolución se relaciona con el número de líneas que un sistema puede representar, la nitidez está relacionada con la cualidad de las líneas (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal. 2012)

Poder de resolución. Generalmente se define como la habilidad de un sistema óptico o fotográfico de reproducir detalles finos expresado en términos del mayor número de líneas o ciclos por milímetro que pueden ser visualmente separados en una imagen (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal, 2012).

El poder de resolución óptico es la resolución observada visualmente en la imagen aérea formada por un sistema óptico.

El poder de resolución de una emulsión está relacionado con la capacidad de una emulsión fotográfica para reproducir los detalles más pequeños y depende del grosor y la turbidez, y por lo tanto de la dispersión de la luz producida por la emulsión, así como de la granularidad, la gamma, etc.

El poder de resolución de un sistema fotográfico es la facultad de la combinación lente/película para reproducir el máximo detalle y es determinada por los factores mencionados arriba para la lente y la película.

Punto blanco. Es el color más claro que se puede reproducir. En los monitores, el color más claro que se puede reproducir sería, idealmente, una composición de RGB al 100%. Si compara el RGB al 100% en dos monitores situados uno al lado del otro, es posible que uno presente un color claramente más azulado que el otro. En la digitalización, la definición del color que el escáner debería interpretar es de blanco. Se utiliza para controlar la reproducción de brillos y sombras. En la impresión, el punto blanco depende de la blancura del papel. En términos colorimétricos, el punto blanco se define como la cromaticidad de una fuente de luz blanca o otro objeto emisor. El punto blanco puede expresarse en términos de temperatura de color en correlación o en coordenadas de cromaticidad (I1Share V.1.4. 2004).

Temperatura de color. Estrictamente hablando, la temperatura cromática sólo puede darse para un radiador térmico. La temperatura cromática se define como la temperatura a la que el radiador negro irradia luz del mismo color. (I1Share V.1.4. 2004)

Resolución. Habilidad de un sistema de separar visualmente o fotográficamente los pequeños detalles adyacentes. (Ángel M^a Fuentes De Cía. Comunicación personal, 2012)